



UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
PROYECTO TÉCNICO

TEMA:

“DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO - SAN MIGUEL DE LA PARROQUIA QUINCHICOTO DEL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTOR: Bryan Henry Zamora Paredes

TUTOR: Ing. Mg. Lenin Rafael Maldonado Narvaéz

AMBATO - ECUADOR

Junio – 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: “**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO - SAN MIGUEL DE LA PARROQUIA QUINCHICOTO DEL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”, elaborado por el Sr. Bryan Henry Zamora Paredes, portador de la cedula de ciudadanía: C.I. 1805132048, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Junio 2021

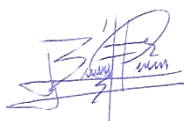
Ing. Mg. Lenin Rafael Maldonado Narvaéz

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

Yo, Bryan Henry Zamora Paredes, con C.I.18051302048 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO - SAN MIGUEL DE LA PARROQUIA QUINCHICOTO DEL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Junio 2021



Bryan Henry Zamora Paredes

C.I: 1805132048

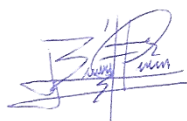
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Junio 2021



Bryan Henry Zamora Paredes

C.I: 1805132048

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Bryan Henry Zamora Paredes, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO - SAN MIGUEL DE LA PARROQUIA QUINCHICOTO DEL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, Junio 2021

Para constancia firman:

.....
Ing. Mg. Lenin Gabriel Silva Tipantasig
Miembro Calificador

.....
Ing. Mg. Myriam Marisol Bayas Altamirano
Miembro Calificador

DEDICATORIA

La vida es un instante, pero los recuerdos que se plasman en ella son para siempre, el presente Proyecto Técnico de grado lo dedico a Dios por brindarme todo lo que una persona puede desear, salud, tranquilidad y una familia extraordinaria.

A mis padres que han sido pilares y ejes fundamentales durante todo el transcurso de mi vida siendo mis modelos a seguir inculcándome valores, pero sobre todo adjuntándome valor y fuerza para nunca rendirme ante las contradicciones de la vida.

A mis hermanos compañeros de travesuras por impulsarme y apoyarme incondicionalmente a ser mejor cada día.

Dedico a todos quienes fueron de una u otra manera parte de esta increíble etapa de mi vida.

Bryan Henry Zamora Paredes

Junio 2021

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento es un eterno valor que nunca se debe perder puesto que demuestra la verdadera virtud de un ser humano, durante el corto o largo periodo que ha transcurrido mi vida absolutamente debo agradecer a Dios por todo, ya que nunca me ha abandonado en los momentos más difíciles y felices de mi vida.

A mis padres un agradecimiento eterno, me faltara una vida y otra para demostrar lo orgulloso de ser su hijo, puesto que me han demostrado, que todo lo que se desea se puede conseguir y cumplir a base de esfuerzo y dedicación sin hacer daño a nadie y sobre todo sin perder la esencia como ser humano.

A las autoridades del GAD Parroquial de Quinchicoto por brindarme el apoyo y la oportunidad de construir y diseñar el presente proyecto técnico, cumpliendo uno de mis primeros sueños, plasmar un proyecto que sea en beneficio de todos los habitantes de una población con el objetivo de mejorar la calidad de vida de dichos sectores.

A las autoridades y docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que mediante sus consejos y apoyo incondicional en el transcurso del tiempo de formación como Ingeniero dictaminaron una parte de mi carácter en donde más que profesionales debemos ser seres humanos.

Un agradecimiento eterno al Ingeniero Dylon Moya y especialmente a mi tutor de tesis Ingeniero Lenin Maldonado por su constante paciencia y colaboración en el transcurso del desarrollo del presente proyecto técnico convirtiéndose en un amigo y eje fundamental para alcanzar dicho objetivo, de todo corazón deseo que Dios los bendiga y que nunca desmayen en su camino puesto que tienen una capacidad increíble como ingenieros.

A mis amigos que durante todo el transcurso de la carrera me han acompañado a cumplir mis objetivos en una de las mejores etapas de mi vida, convirtiéndose en seres humanos a los cuales estimo mucho, demostrándome que aún existen personas con valores de lealtad y respeto.

Bryan Henry Zamora Paredes

Junio 2021

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACION.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
Antecedentes Investigativos	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Fundamentación Teórica.....	3
ASPECTOS GENERALES	3
1.3.1. Alcantarillado Sanitario	3
1.3.2. Población de Diseño	3
Método Aritmético o Lineal	3
Método Geométrico.....	4
Método Exponencial	4
1.3.3. Población Actual	4
1.3.4. Tasa de Crecimiento Poblacional	5
1.3.5. Densidad Poblacional.....	6
1.3.6. Demanda de Agua Potable	6
1.3.7. Periodo de Diseño.....	7
1.3.7.1. Valores de Periodo de Diseño.....	8
1.3.8. Identificación de Áreas de Aportación.....	9
1.4. Caudales de Diseño	10
1.4.1. Dotación Actual.....	10
1.4.2. Dotación Futura	10
1.4.3. Aportes Domésticos.....	10

1.4.4.	Aportes Industriales.....	10
1.4.5.	Aportes Comerciales.....	12
1.4.6.	Aportes Institucionales.....	12
1.4.7.	Aporte pluvial.....	13
1.4.8.	Caudal medio Diario Sanitario (Qmd).....	13
1.4.9.	Caudal de Infiltración (Qinf).....	14
1.4.10.	Caudal de Conexiones Erradas.....	15
1.4.11.	Caudal Máximo Instantáneo u horario. (Qi).....	15
1.4.12.	Coeficientes de mayoración.....	15
	Coeficiente de Harmon.....	16
	Coeficiente de Babbit.....	16
	Coeficiente Popel.....	16
1.5.	Caudal de diseño.....	17
1.6.	Hidráulica de los conductos.....	18
1.6.1.	Secciones de las Alcantarillas.....	18
1.6.2.	Diámetros.....	19
1.6.3.	Velocidades Permisibles.....	19
1.6.3.1.	Velocidades Mínimas.....	19
1.6.3.2.	Velocidades Máximas.....	19
1.6.3.3.	Coeficientes Rugosidad.....	20
1.6.4.	Pendiente (Gradiente Hidráulica).....	21
1.6.4.1.	Pendiente mínima.....	21
1.6.4.2.	Pendiente máxima.....	22
1.6.5.	Profundidad de las tuberías.....	22
1.6.6.	Pozos de Revisión.....	23
1.6.6.1.	Pozos de revisión con salto.....	24
1.6.7.	Fórmulas para el diseño hidráulico.....	25
1.6.7.1.	Fórmula de Chezy.....	25
1.6.7.2.	Fórmula de Manning.....	25
1.6.8.	Condiciones hidráulicas de conducción.....	26
1.7.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	30
1.7.1.	Planta de Tratamiento de Agua Residual.....	30
1.7.2.	Características de Agua Residual.....	30
1.7.3.	Parámetros de las Aguas Residuales.....	32
1.7.3.1.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).....	32
1.7.3.2.	Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	32
1.7.3.3.	Potencial Hidrógeno (pH).....	32

1.7.3.4.	Nitrógeno (N).....	32
1.7.3.5.	Fósforo (P)	32
1.7.3.6.	Coliformes fecales y totales	33
1.7.4.	Tipos de Agua Residual	33
1.7.4.1.	Agua residual doméstica o urbana	33
1.7.4.2.	Agua residual industrial	33
1.7.4.3.	Agua residual de la agricultura y ganadería	34
1.7.4.4.	Agua residual de lluvia	35
1.7.5.	Tratamiento de Aguas Residuales	35
1.7.5.1.	Pretratamiento	35
1.7.5.2.	Tratamiento primario.....	36
1.7.5.3.	Tratamiento secundario	36
1.7.5.4.	Tratamiento avanzado.....	37
1.7.6.	Componentes para el Tratamiento de Agua Residual	37
1.7.6.1.	Cribado	38
1.7.6.2.	Desarenador.....	38
1.7.6.3.	Tanque Séptico	39
1.7.6.4.	Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA).....	39
1.7.6.5.	Lecho de Secado de Lodos.....	40
1.7.6.6.	Desinfección	40
1.7.6.7.	Porcentajes de Remoción teórica por procesos	41
CAPITULO II	42
MATERIALES Y MÉTODOS	42
2.1.	Equipos y Materiales.	42
2.2.	Metodología y Nivel de Investigación.....	47
2.2.1.	FASE 1: Fase Preliminar.....	47
2.2.2.	FASE 2: Diseño del sistema del Alcantarillado	47
2.2.3.	FASE 3: Evaluación de la planta de Tratamiento.....	47
2.2.4.	FASE 4: Fase Técnica	48
2.3.	FASE 1: Fase Preliminar del Proyecto General.....	48
2.3.1.	Inspección del Lugar.....	48
2.3.2.	Muestreo Poblacional	48
2.3.3.	Características de las Zonas del Proyecto.....	48
2.4.	FASE 2: Diseño del sistema del Alcantarillado	49
2.4.2.	Población de Diseño	51
2.4.3.	Tasa de Crecimiento Poblacional.	51
	Método Aritmético o Lineal.....	51

Método Geométrico	51
Método Exponencial	51
2.4.4. Población Actual	51
2.4.5. Densidad Poblacional	52
2.4.6. Suministro de Agua Potable	52
2.4.7. Cálculo de Caudales Agua Potable	53
2.4.8. Cálculo de Caudales de Diseño de Alcantarillado	54
Coeficiente de Harmon	54
Coeficiente de Babbit.....	54
Coeficiente Popel	54
2.4.9. Gradiente Hidráulica	56
Pendiente mínima.....	56
Pendiente máxima	56
2.4.11. Diámetro de la Tubería	58
2.4.12. Diseño Hidráulico de Tubería Parcialmente Llena	59
2.5. FASE 3: Evaluación de la planta de Tratamiento	61
2.5.1. Descripción de las Características Generales y Físicas	61
2.5.2. Operación y Mantenimiento Actual de la Planta de Tratamiento	61
2.5.3. Diagnóstico de las Estructuras	61
2.5.4. Evaluación del Funcionamiento de la Planta de Tratamiento	61
2.5.4.1. Eficiencia de Remoción	61
2.5.5. Evaluación de los Componentes de la PTAR	62
2.5.5.1. Porcentaje de Remoción de Contaminantes	62
2.5.5.2. Determinación de la vida remanente de la PTAR	63
2.6. FASE 4: Fase Técnica	64
2.6.1. Presupuesto Referencial	64
2.6.2. Especificaciones Técnicas	64
CAPITULO III	65
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
3.1. FASE 1	65
3.1.1. Inspección del Lugar	65
3.1.2. Muestreo Poblacional	65
3.1.3. Características de la Zona del Proyecto	67
3.1.3.1. Ubicación	67
3.1.3.2. Relieve	68
3.1.3.3. Medio Biofísico	68
3.1.3.4. Actividad Económica	69

3.1.3.5.	Componente Socio Cultural	69
3.1.3.6.	Educación	70
3.1.3.7.	Servicios Básicos	70
3.2.	FASE 2 Diseño del sistema del Alcantarillado	74
3.2.1.	Cálculo del Periodo de Diseño	74
3.2.2.	Cálculo de la Población de Diseño	75
3.2.3.	Cálculo de la Tasa de Crecimiento	76
3.2.4.	Cálculo de la Población Futura	76
3.2.5.	Cálculo de la Densidad Poblacional	77
3.2.6.	Cálculo del Suministro de Agua Potable	78
3.2.7.	Resultados del Cálculo de Caudales de Agua Potable	78
3.2.7.1.	Cálculo del Caudal Medio Diario Sanitario (Qmds) P1-P2	78
3.2.7.2.	Cálculo del Caudal medio diario de evacuación	79
3.2.8.	Resultados del Cálculo de Caudales de Diseño de Alcantarillado	79
3.2.8.1.	Cálculo del Coeficiente de Mayoración	79
	Coeficiente de Harmon	79
3.2.8.2.	Cálculo del Caudal Instantáneo (QI)	80
3.2.8.3.	Cálculo del Caudal por Infiltración	80
3.2.8.4.	Cálculo del Caudal por Conexiones Erradas	80
3.2.8.5.	Cálculo del Caudal de Diseño	81
3.2.9.	Cálculo de Caudales por Tramos	82
3.2.10.	Cálculo de la Gradiente Hidráulica	86
3.2.11.	Cálculo de Pendiente Mínima y Máxima	86
	Pendiente mínima.....	86
	Pendiente máxima	87
3.2.12.	Cálculo o Prediseño del Diámetro de la Tubería	87
3.2.13.	Resultado de los elementos hidráulicos a tubería totalmente llena	88
3.2.13.1.	Cálculo del Caudal a tubería llena	88
3.2.13.2.	Cálculo de la Velocidad a tubería llena	88
3.2.13.3.	Cálculo del Radio Hidráulico	88
3.2.14.	Cálculo de los Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena	89
3.2.14.1.	Cálculo del Área Hidráulica	89
3.2.14.2.	Cálculo del Perímetro Mojado	90
3.2.14.3.	Cálculo del Radio hidráulico	90
3.2.14.4.	Verificación del tirante normal	90
3.2.14.5.	Cálculo de la Velocidad	91
3.2.14.6.	Cálculo de la Energía Específica	91

3.2.14.7.	Cálculo del Ancho superficial	92
3.2.14.8.	Cálculo de la Profundidad hidráulica	92
3.2.14.9.	Cálculo del Número de Froude	92
3.2.14.10.	Cálculo de la Tensión Tractiva	92
3.2.15.	Resultados Cálculo de los Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena por Tramos	93
3.3.	FASE 3: Evaluación de la planta de Tratamiento.....	97
3.3.1.	Descripción de las Características Generales y Físicas.....	97
3.3.1.1.	Ubicación	97
3.3.1.2.	Operación y Mantenimiento Actual de la Planta de Tratamiento.....	98
3.3.1.3.	Diagnóstico de las Estructuras.....	98
3.3.2.	Evaluación del Funcionamiento de la Planta de Tratamiento	103
3.3.2.1.	Eficiencia de Remoción.....	103
3.3.3.	Evaluación de los Componentes de la PTAR.....	108
3.3.3.1.	Porcentaje de Remoción de Contaminantes	108
3.3.3.2.	Determinación de la vida remanente de la PTAR.....	110
3.4.	FASE IV.....	112
3.4.1.	Presupuesto.....	112
3.4.2.	Especificaciones Técnicas.....	113
CAPITULO IV		154
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		154
BIBLIOGRAFÍA.....		156
ANEXOS.....		159
ANEXO 1: Anexo Fotográfico		159
ANEXO 2: Puntos Levantamiento Topográfico		160
ANEXO 3: Informes de Análisis Agua Residual Planta de Tratamiento Quinchicoto		176
ANEXO 4: Informes de Análisis Agua Tratada Planta de Tratamiento Quinchicoto.....		177
ANEXO 5: Planos		177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Tasas de Crecimiento Poblacional	6
Tabla 2. Dotación Media Futura	6
Tabla 3. Consumo promedio diario de agua por individuo.....	7
Tabla 4. Ingresos y dotación de agua	7
Tabla 5. Valores de período de diseño, según la Norma Boliviana	8
Tabla 6. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema.....	8
Tabla 7. Valores de período de diseño, según la Norma Boliviana	9
Tabla 8. Contribución Industria	11
Tabla 9. Nivel de complejidad del Sistema.....	11
Tabla 10. Aporte Comercial.....	12
Tabla 11. Aporte Institucional.....	12
Tabla 12. Valores de infiltración en tuberías	14
Tabla 13. Coeficiente de Mayoración (k) según Popel	17
Tabla 14. Velocidades Máximas	19
Tabla 15. Coeficientes Rugosidad.....	20
Tabla 16. Profundidad Mínima de Tuberías	23
Tabla 17. Longitud máxima entre pozos.....	23
Tabla 18. Diámetros de los cuerpos entre pozos.....	23
Tabla 19. Condiciones Hidráulicas de Conducción TTL.....	26
Tabla 20. Condiciones Hidráulicas de Conducción TPL	27
Tabla 21. Condiciones Hidráulicas de Conducción	28
Tabla 22. Condiciones Hidráulicas de Conducción	29
Tabla 23. Características de Agua Residual.....	30
Tabla 24. Características de Agua Residual.....	31
Tabla 25. Rendimiento y Porcentajes Teórica por procesos	41
Tabla 26. Equipos y Materiales.....	42
Tabla 27. Equipos y Materiales.....	43
Tabla 28. Equipos y Materiales.....	44
Tabla 29. Equipos y Materiales.....	45
Tabla 30. Equipos y Materiales.....	46
Tabla 31. Características de las Zonas del Proyecto	49
Tabla 32. Tasa de Crecimiento Poblacional.....	51
Tabla 33. Densidad Poblacional.....	52
Tabla 34. Ingresos y dotación de agua	52
Tabla 35. Cálculo de Caudales de Agua Potable	53
Tabla 36. Cálculo de Caudales de Diseño de Alcantarillado	54
Tabla 37. Cálculo de Caudales de Diseño de Alcantarillado	55
Tabla 38. Pendientes Mínimas y Máximas	56
Tabla 39. Pendientes Mínimas y Máximas	57
Tabla 40. Diseño Hidráulico de Tubería Parcialmente Llena	59
Tabla 41. Diseño Hidráulico de Tubería Parcialmente Llena Datos-Ecuaciones	60
Tabla 42. Determinación de la vida remanente de una PTAR.....	63
Tabla 43. Distribución Poblacional de la Parroquia Quinchicoto.....	66
Tabla 44. Ubicación de las Zonas en Estudio de la Parroquia Quinchicoto.	67
Tabla 45. Procedencia de suministro de agua de la Parroquia Quinchicoto.	71
Tabla 46. Tipo de Servicio Sanitario de la Parroquia Quinchicoto.....	71
Tabla 47. Forma de Eliminación de basura de la Parroquia Quinchicoto.....	72

Tabla 48. Población de Diseño.....	75
Tabla 49. Densidad Poblacional.....	77
Tabla 50. Cálculo de Caudales por Tramos Sector Cullualo Zona 1.	82
Tabla 51. Cálculo de Caudales por Tramos Sector Cullualo Zona 2.	83
Tabla 52. Cálculo de Caudales por Tramos Sector San Miguel Zona 3.	84
Tabla 53. Cálculo de Caudales por Tramos Sector San Miguel Zona 4.	85
Tabla 54. Cálculo del Tirante Normal, Sección Circular.	89
Tabla 55. Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena Sector Cullualo Zona 1.....	93
Tabla 56. Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena Sector Cullualo Zona 2.....	94
Tabla 57. Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena Sector San Miguel Zona 3. ..	95
Tabla 58. Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena Sector San Miguel Zona 4. ..	96
Tabla 59. Datos de la Planta De Tratamiento De La Parroquia Quinchicoto	97
Tabla 60. Resumen de la toma de Caudales de Ingreso en lt/s	104
Tabla 61. Resumen de la toma de Caudales de Salida en lt/s	105
Tabla 62. Resultado del análisis físico-químico del influente a la planta de tratamiento	106
Tabla 63. Resultado del análisis físico-químico del efluente a la planta de tratamiento.....	107
Tabla 64. Porcentajes de remoción de contaminantes de la PTAR-QUINCHICOTO.....	108
Tabla 65. Porcentajes de remoción de contaminantes Componente PTAR.	109
Tabla 66. Porcentajes de remoción de contaminantes Componente PTAR Quinchicoto	109
Tabla 67. Ingresos y dotación de agua.....	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Identificación de Áreas de Aportación	9
Figura 2. Ejemplo de Aporte Doméstico	10
Figura 3. Ejemplo de Aporte Industrial	11
Figura 4. Ejemplo de Aporte Comercial	12
Figura 5. Ejemplo de Aporte Pluvial	13
Figura 6. Secciones Transversales-Conductos Cerrados	18
Figura 7. Secciones Transversales-Conductos Abiertos	18
Figura 8. Pozos de revisión con salto.....	24
Figura 9. Tubería Totalmente Llena.....	26
Figura 10. Tubería Parcialmente Llena.....	27
Figura 11 Ejemplo de agua residual urbana.....	33
Figura 12. Ejemplo de agua residual industrial	34
Figura 13. Ejemplo de Agua residual de la agricultura y ganadería	34
Figura 14. Ejemplo de Agua residual de lluvia.....	35
Figura 15. Ejemplo de Tratamiento primario.....	36
Figura 16. Ejemplo de Tratamiento secundario	36
Figura 17. Ejemplo de Tratamiento Avanzado	37
Figura 18. Componentes para el Tratamiento de Agua Residual	37
Figura 19. Ejemplo de Cribado	38
Figura 20. Ejemplo de Desarenador.....	38
Figura 21. Ejemplo de Tanque Séptico	39
Figura 22. Ejemplo de FAFA.....	39
Figura 23. Ejemplo de Lecho de Secado de Lodos.....	40
Figura 24. Ejemplo de Desinfección.....	40
Figura 25. GPS Diferencial.....	42
Figura 26. Equipo RTK.....	43
Figura 27. Computadora Portátil.....	43
Figura 28. Celular	44
Figura 29. Cinta, Clavos, Mojones	44
Figura 30. Ejemplo de Calculadora Básica.....	45
Figura 31. Ejemplo de Papelería Básica	45
Figura 32. Parroquia Quinchicoto.....	66
Figura 33. Ejemplo de Relieve de la Parroquia Quinchicoto.....	68
Figura 34. Ejemplo de Medio Físico de la Parroquia Quinchicoto.....	68
Figura 35. Ejemplo de Actividad Económica de la Parroquia Quinchicoto.	69
Figura 36. Ejemplo de Componente Social de la Parroquia Quinchicoto.	69
Figura 37. Escuela Vicente Rocafuerte.....	70
Figura 38. Ejemplificación de Servicios Básicos.....	72
Figura 39. Panamericana Sur E35.....	73
Figura 40. Diagrama de Flujo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Quinchicoto.	98
Figura 41. Rejillas y Control.....	99
Figura 42. Fosa Séptica.....	99

Figura 43. Filtro Biológico.....	100
Figura 44. Filtro descendente.....	100
Figura 45. Lecho de secado de lodos	101
Figura 46. Desinfección	101
Figura 47. Tanque de Control	102
Figura 48. Caminos con presencia de especies vegetales	102
Figura 49. Compuertas de protección	103
Figura 50. Comportamiento de Caudales de Ingreso a la PTAR.	104
Figura 51. Comportamiento de Caudales de Salida de la PTAR.	105

RESUMEN

El diseño del alcantarillado tiene la misión principal de mejorar la calidad de las condiciones de vida de los habitantes de los sectores involucrados, puesto que un sistema de alcantarillado se considera un servicio básico en todos los sectores poblacionales del mundo.

Para el diseño del presente estudio se utilizó un equipo RTK que permitió la obtención de un levantamiento topográfico de precisión mejorando la calidad y exactitud del estudio obteniéndose alrededor de 1000 puntos con sus respectivas alturas. Durante el diseño del sistema de alcantarillado se aplica normativas nacionales e internacionales que respaldan el correcto funcionamiento del presente proyecto técnico.

Durante el diseño del alcantarillado, se define que la red cumple con una longitud de 2291 metros en conjunto subdividido en 4 zonas de dos sectores involucrados (Cullualo-San Miguel), adjuntando su respectivo presupuesto y las especificaciones técnicas que involucran la construcción y ejecución del proyecto, en cuanto a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Quinchicoto se realizó la evaluación del influente y el efluente brindando datos correlacionados al funcionamiento de la infraestructura en estudio.

ABSTRACT

The design of the sewer system has the main mission of improving the quality of the living conditions of the inhabitants of the sectors involved, since a sewage system is considered a basic service in all population sectors of the world.

For the design of the present study, a Real Time Kinematic (RTK) equipment was used that allowed obtaining a precision topographic survey, improving the quality and accuracy of the study, obtaining around 1000 points with their respective heights. During the design of the sewerage system, national and international regulations are applied that support the correct operation of this technical project.

During the design of the sewer system, it is defined that the network complies with a length of 2291 meters subdivided into 4 zones of two sectors involved (Cullualo-San Miguel), attaching their respective budget and the technical specifications that involve the construction and execution of the project, regarding the Quinchicoto Parish Wastewater Treatment Plant, the influent and effluent were evaluated, providing data correlated to the operation of the infrastructure under study.

CAPITULO I.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes Investigativos

1.1. Antecedentes

Durante el transcurso y evolución de la humanidad se ha visto en la necesidad de crear conciencia acerca del uso de los recursos del planeta, para ello la utilización de técnicas y sistemas adecuados para la evacuación de restos provenientes de las viviendas, comercios e industrias juegan un papel muy importante. La eliminación de las aguas servidas provenientes de la vida cotidiana ha sido uno de los problemas que presentan más preocupación al hombre y por ende a las agrupaciones humanas.[1]

El régimen arqueológico más antiguo localizado en Nippur, Sumeria de un sistema de alcantarillado data hace 5000 años a.C. En Babilonia se reportó un sistema de cloacas con grandes dimensiones usadas para el arrastre de aguas residuales construidas en el siglo VII a.C. En 1815 se permitió por primera vez la descarga de materias fecales en las alcantarillas de Londres y en 1833 en Boston ciudad de Estados Unidos se permitió las descargas de las letrinas a las alcantarillas de la ciudad sentando las bases para el desarrollo de sistemas alrededor del mundo.[2]

En Ecuador la prestación de servicios en el pasado se encontraba a cargo del ex-IEOS quien construyó y operó todos los sistemas a excepción de los acueductos de Quito y Guayaquil. Respecto a los servicios de drenaje urbano este se ha encontrado siempre descentralizado y su prestación ha estado a cargo de los municipios. [3]

En la Provincia de Tungurahua, el servicio de alcantarillado es responsabilidad de los municipios la construcción de la infraestructura mediante proyectos. En los centros cantonales los municipios se encargan de la administración y mantenimiento del agua potable; mientras que en las áreas rurales las Juntas Administradoras de Agua Potable prestan los servicios especialmente en las parroquias y comunidades rurales [1]

1.2.Justificación

Desde la aparición de los primeros pobladores asentados en sitios aptos para la vida provistos de agua, las obras hidráulicas de la antigua Roma hasta las más altas técnicas de construcción de drenaje y conducción consideran una evolución vital para el bienestar y salubridad de la humanidad.

Los sistemas de redes de alcantarillado y redes de agua potable, así como la creación de plantas de tratamientos han sido una necesidad durante años, puesto que las condiciones sanitarias de nuestro país son deplorables y necesitan pronta atención.

Dentro de la Parroquia Quinchicoto según la información sistematizada en el POT 2014 del 28,08 % de la cobertura predial en alcantarillado cantonal, apenas el 2,5 % cubre la parroquia Quinchicoto, cuya red de distribución se resume Quinchicoto centro 1761,294 y Quinchicoto Rural 2166,652[4]

De acuerdo al Censo INEC 2010, el 21,64 % de las viviendas están conectadas a la red pública de alcantarillado, mientras que el 35,88 % está conectado a un pozo ciego [4].

Los sectores de Cullualo – San Miguel al encontrarse dentro del porcentaje de viviendas y los habitantes que no consta de este servicio básico tiene la necesidad de tener un estudio previo de un diseño de alcantarillado sanitario promoviendo el bienestar de sus habitantes.

Además, se considera que parroquia Quinchicoto necesita la evaluación del sistema de tratamiento de aguas negras o residuales. Las aguas residuales son la combinación de residuos líquidos procedentes de residencias, instituciones públicas, establecimientos industriales y comerciales, a los que pueden agregarse, aguas subterráneas, superficiales y pluviales que si no son tratadas adecuadamente pueden traer consigo grandes problemas infecciosos dentro de la población.[4]

1.3.Fundamentación Teórica

ASPECTOS GENERALES

1.3.1. Alcantarillado Sanitario

Un sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias necesarias para recibir, conducir, ventilar y evacuar las aguas residuales de un sector determinado protegiéndolo de enfermedades epidemiológicas como de pérdida de materiales. [5]

1.3.2. Población de Diseño

La población de diseño es el estudio estadístico de los parámetros iniciales (población actual al iniciar un proyecto), de desarrollo y crecimiento (población futura) de los habitantes de un sector predeterminado. [6]

El estimar la población futura brinda el apoyo necesario para el dimensionamiento de las estructuras inmersas dentro de nuestro alcantarillado.

1.3.2.1.Métodos de Cálculo

Los métodos de cálculo son proyecciones estadísticas que permitan evidenciar el crecimiento poblacional de un todo o un fragmento de una zona. Entre los métodos de mayor excedencia tenemos.

- ✓ Método Aritmético o Lineal
- ✓ Método Geométrico
- ✓ Método Exponencial

➤ Método Aritmético o Lineal

Este método considera un crecimiento constante y lineal donde la población aumenta y disminuye en el mismo número de personas es decir la cantidad de habitantes que se incrementa va a ser la misma para cada unidad de tiempo. [7]

$$Pf = Pa \times (1 + (r \times n)) \quad \text{Ecuación 1. [8]}$$

➤ **Método Geométrico**

Este método considera un cambio constante por unidad de tiempo de la población actual donde muestra un aumento relativo en relación al tamaño de la misma. [7]

$$Pf = Pa \times (1 + r)^n \quad \text{Ecuación 2.}[8]$$

➤ **Método Exponencial**

Este método supone que el crecimiento se produce en forma continua y no por cada unidad de tiempo [7]

$$Pf = Pa \times (e)^{r \times n} \quad \text{Ecuación 3.}[8]$$

Donde:

- ✓ e= Constante (Euler= 2.71828)
- ✓ r= Tasa de Crecimiento Poblacional
- ✓ n =Período de tiempo en años
- ✓ Pf = Población futura
- ✓ Pa= Población actual

1.3.3. Población Actual

La población actual es el censo poblacional activo realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), por lo que se toma como base de cálculo e interpolación dichos datos ya que reflejan el número de personas existentes en la localidad.

Otra forma de cálculo es a través de la aplicación de encuestas o un micro censo dentro de la población beneficiada con el sistema de alcantarillado ya que registra el número de viviendas con sus habitantes dentro del área del proyecto. [8]

1.3.4. Tasa de Crecimiento Poblacional

La tasa de crecimiento poblacional identifica la magnitud del incremento o decremento de la población en un periodo considerable de tiempo. En caso de que la tasa de crecimiento sea negativa se opta por tomar un valor mínimo del 1%. [8]

Métodos de Cálculo

➤ **Método Aritmético**

$$r (\%) = \left[\frac{P_f - P_i}{n} \right] \times 100 \quad \text{Ecuación 4: [9]}$$

➤ **Método Geométrico**

$$r (\%) = \left[\left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \times 100 \quad \text{Ecuación 5: [9]}$$

➤ **Método Exponencial**

$$r (\%) = \left[\frac{\text{Ln} \left(\frac{P_f}{P_i} \right)}{n} \right] \times 100 \quad \text{Ecuación 6: [9]}$$

Donde:

- ✓ $r(\%)$ = Tasa de crecimiento poblacional
- ✓ P_i = Población inicial
- ✓ P_f = Población final
- ✓ n = Periodo de tiempo

En caso de no existir datos se adoptaran los índices de crecimiento geométrico indicados en la Tabla 1 que nos proporciona la Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural (Norma CO 10.7-602) [10]

Tabla 1 . Tasas de Crecimiento Poblacional

Región Geográfica	r (%)
Costa, Oriente, Galápagos	1.5
Sierra	1.0

Fuente: Norma CO 10.7-602 [10]

1.3.5. Densidad Poblacional

La densidad poblacional es la distribución de números habitantes que habitan en función de una zona determinada, donde su cálculo se lo expresaba en hab/Ha analizado la relación habitante por Hectárea, la misma que debe ser analizada en el tiempo actual y en el tiempo utilizado en el periodo de diseño.

1.3.6. Demanda de Agua Potable

La demanda de agua potable es la cantidad de agua necesaria para el consumo de cada habitante definida en litros/habitantes/ día con el objetivo principal de delimitar la capacidad hidráulica de nuestro sistema.[11]

Para obtener la demanda de agua potable tenemos:

Tabla 2. Dotación Media Futura

POBLACIÓN (habitantes)	Clima	Dotación Media Futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: Norma CO 10.7-601 [12]

Tabla 3.Consumo promedio diario de agua por individuo

Naturaleza	Consumo (l/hab/día)
Bebida	2
Preparación de alimentos	6
Lavado de utensilios	2-9
Lavado de manos y cara	5
Baño	10-30
Lavado de ropa	1a-15
Limpieza de recipientes sanitarios	9-10b
Pérdidas eventuales	6-13
Total	50-90

Fuente: Manual de redes de alcantarillado simplificado[6]

Tabla 4. Ingresos y dotación de agua

Tipo de área a ser atendida según nivel de ingresos	Dotación per cápita (L/hab/día)
Alto	250-180
Medio	180-120
Bajo	120-80

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas con dominicales de alcantarillado sanitario. Programa de Agua y Saneamiento. Bolivia[6]

1.3.7. Periodo de Diseño

Es el intervalo de tiempo en el cual se desarrolla el proyecto desde sus etapas de financiamiento, adjudicación y construcción, hasta el desarrollo de su máximo funcionamiento de acuerdo a la vida útil de los componentes que conforman el sistema de Alcantarillado.[8]

1.3.7.1. Valores de Período de Diseño

Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñarán para un período de 20 años. Los equipos se diseñarán para el período de vida útil especificado por los fabricantes. Se podrá adoptar un período de diseño diferente en casos justificados, sin embargo, en ningún caso la población futura será mayor que 1.25 veces la población presente. [10] [13]

a) En función de la Población

Tabla 5. Valores de período de diseño, según la Norma Boliviana

Población	Período(años)
1000-15000	15
15001-50000	15-20
>50001	30

Fuente: Metodología de diseño del drenaje urbano[8]

b) En función de los componentes

Tabla 6. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema

Componentes		Vida Útil (años)
Diques grandes y túneles		50 a 100
Obras de captación		25 a 50
Pozos		10 a 25
Conducciones de hierro dúctil		40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC		20 a 30
Planta de Tratamiento		30 a 40
Tanques de Almacenamiento		30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	De hierro dúctil	40 a 50
	De asbesto cemento o PVC	20 a 25

Fuente: Norma CO 10.7-601[12]

Tabla 7. Valores de período de diseño, según la Norma Boliviana

Componentes y/o Equipos	Período (años)
Tuberías principales y secundarias	20 – 30
Colectores, Emisarios	30 – 50
Equipos mecánicos	5 – 10
Equipos eléctricos	10 – 15
Equipos con combustión	5 - 10

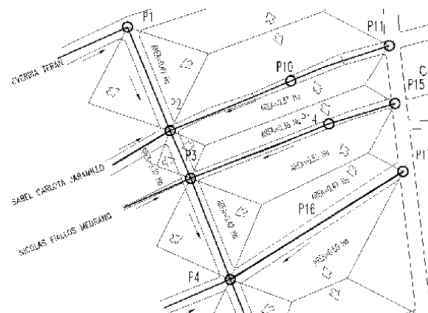
Fuente : Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[8]

1.3.8. Identificación de Áreas de Aportación.

Las áreas de servicio o de aportación son el área tributaria existente entre pozos, recolectando el caudal sanitario tanto del lado derecho, izquierdo, superior o inferior considerando para su trazo características propias de la zona en estudio como la topografía, la facilidad de aportación y la disponibilidad constructiva (aceras, calzada, cajas de revisión, entre otros) la misma que debe caracterizarse como una red cerrada o abierta.[8]

El trazo de las áreas de aportación en zonas rurales no deben ser anchos excesivos, debido a que las zonas beneficiadas se encuentran cercanas a los bordes de las vías en estudio., en caso de la existencia de una formación de viviendas que no permanezcan a la red principal se debe utilizar redes secundarias de alcantarillado.

Figura 1. Identificación de Áreas de Aportación



Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano – Ing. Dylon Moya

1.4.Caudales de Diseño

1.4.1. Dotación Actual

Es la cantidad de agua potable consumida diariamente, en promedio, por cada habitante, al inicio del período de diseño. [13]

1.4.2. Dotación Futura

Cantidad de agua potable, consumida diariamente, en promedio, por cada habitante, al final del período de diseño.[13]

1.4.3. Aportes Domésticos.

Son aquellas aguas residuales que provienen de inodoros, lavadero, regaderas, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes, (nitrógeno y fosforo) y organismos patógenos.[5]

Figura 2.Ejemplo de Aporte Doméstico



Fuente: <https://fosassepticas.online/aguas-residuales-domesticas/>

1.4.4. Aportes Industriales

Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros así como de instituciones públicas e institucionales y, debido a su naturaleza, pueden contener,

además de los componentes antes mencionados en las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre, solventes, grasas y otros, que requieren ser debidamente tratados o removidos antes de ser vertidos al sistema de alcantarillado[5]

Figura 3. Ejemplo de Aporte Industrial



Fuente: <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/las-aguas-residuales-caracter-industrial-demanda-complejidad/>

Tabla 8. Contribución Industria

Nivel de complejidad del sistema	Contribución Industrial (lt/s/ha - ind)
Bajo	0,4
Medio	0,6
Medio alto	0,8
Alto	1,0 - 1,5

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q.[14]

Tabla 9. Nivel de complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Población (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Sección I - Título A (RAS 2000)[15]

1.4.5. Aportes Comerciales

Los aportes netamente comerciales deben ser justificados mediante un estudio detallado basado en consumos diarios por personas, en densidades de población, coeficientes de retorno mayores a los aportes domésticos.

Figura 4. Ejemplo de Aporte Comercial



Fuente: <https://www.serbis.es/serbis/blog/aguas-residuales-centros-comerciales/>

Tabla 10. Aporte Comercial

Nivel de complejidad del sistema	Contribución Comercial (lt/s -ha-com)
Cualquiera	0,4 - 0,5

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q.[14]

1.4.6. Aportes Institucionales

Es el consumo de agua relacionando en escuelas colegio y universidades, hospitales, hoteles, cárceles, etc. Estos casos se deben tomar de manera particular con base a los consumos registrados en entidades similares. [14]

Tabla 11. Aporte Institucional

Nivel de complejidad del sistema	Contribución Institucional (lt/s -ha-Inst.)
Cualquiera	0,4 - 0,5

Fuente: Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q [16]

1.4.7. Aporte pluvial

Proviene de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, y la atmosfera pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; algunos metales pesados y otros elementos químicos tóxicos. [5]

Figura 5. Ejemplo de Aporte Pluvial



Fuente: <https://www.alamy.es/la-lluvia-fluyen-a-un-sistema-de-alcantarillado-de-aguas-pluviales-drenaje-pluvial-de-la-calle-durante-las-lluvias-fuertes-image244100261.html>

1.4.8. Caudal medio Diario Sanitario (Qmd)

Denominado también como caudal medio diario o doméstico relacionada con la dotación y suministro de agua potable, es el agua desechada a la red de alcantarillado proveniente de actividades domésticas, comerciales o institucionales entre otros.

Existe un porcentaje de agua que no se descarga en la red de alcantarillado como: jardines lavado de enceres y vehículos por ello este caudal se ve afectado por un coeficiente de retorno C que oscila entre 60 % y 80%. [7]

$$Qmd = C * Qmd_{AP} \quad \text{Ecuación 7. [7]}$$

Dónde:

Qmd = Caudal medio diario (lt/seg)

C = Coeficiente de retorno (60% - 80%)

Qmd_{AP} = Caudal medio diario del agua potable (lt/seg)

$$Qmd_{AP} = \frac{Pf * Df}{86400} \quad \text{Ecuación 8 . [7]}$$

Dónde: Pf = Población futura o de diseño por tramo (hab)

Df = Dotación Futura de agua potable (lt/hab/día)

1.4.9. Caudal de Infiltración (Qinf)

El caudal de infiltración constituye el nivel freático existente en el suelo, que penetra a través de sistemas dañados (conexiones, uniones de tuberías, pozos, cajas de revisión y de limpieza). Para determinar dicho caudal se debe tomar en cuenta

- ✓ Nivel freático sobre el fondo
- ✓ Permeabilidad del suelo
- ✓ Precipitación anual
- ✓ Dimensiones, estado y tipo de alcantarilla, modo de construcción [7]

$$Qinf = I * L \quad \text{Ecuación 9. [7]}$$

Donde:

Qinf = Caudal por infiltración (lt/seg)

I = Valor de infiltración (lt/seg/m)

L = Longitud de tubería por tramo (m)

Tabla 12. Valores de infiltración en tuberías

CAUDALES DE INFILTRACIÓN (I) (LT/SEG/KM)								
TIPO DE UNIÓN	T de Cemento		T de arcilla		T de arcilla vitrificada		T de P.V.C	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Nivel freático bajo	0,5	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05
Nivel freático alto	0,8	0,2	0,7	0,1	0,3	0,1	0,15	0,5

Fuente: Norma Boliviana NB 688.(2007)[6]

1.4.10. Caudal de Conexiones Erradas

Son los caudales producidos por conexiones fallidas o erradas, así como las conexiones ilícitas o clandestinas. Dicho caudal varía entre el 5% al 10% del caudal máximo horario de aguas residuales.[6]

$$Q_e = (5\% - 10\%) * Q_i \quad \text{Ecuación. 10}[7]$$

Donde:

Q_e = Caudal por conexiones erradas (lt/seg)

Q_i = Caudal máximo instantáneo de aguas residuales

1.4.11. Caudal Máximo Instantáneo u horario. (Q_i)

Es el caudal máximo de aguas residuales que se puede obtener en cualquier año dentro del período de diseño, depende de muchos factores y condiciones de consumo, tamaño y estructura de la red de recolección.[17]

$$Q_i = K \times Q_{mds} \quad \text{Ecuación 11:[7]}$$

Donde:

- Q_i = Caudal máximo instantáneo (lt/seg)
- Q_{mds} = Caudal medio diario sanitario (lt/seg)
- K = Coeficiente de mayoración

1.4.12. Coeficientes de mayoración

Es la relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio diario relacionados íntimamente con la magnitud de población oscilando entre: [18]

$$2.00 \geq K \geq 3.8 \quad \text{Ecuación 12. [19]}$$

Para obtener el coeficiente de mayoración (k) podemos utilizar los siguientes métodos.

✓ **Coefficiente de Harmon**

Recomendado para poblaciones de 1000 a 100000 habitantes, sin embargo no existe limitaciones[18]

$$K = 1 + \frac{14}{4 * \sqrt{Pf}} \quad \text{Ecuación 13. [19]}$$

Dónde:

K= coeficiente de punta

Pf = Población (en miles)

✓ **Coefficiente de Babbit**

Su fórmula tiene una restricción de máximo 1000 habitantes y un valor mínimo de 1 habitante, recomendado para zonas rurales.

$$K = \frac{5}{Pf^{0.2}} \quad \text{Ecuación 14. [19]}$$

Dónde:

K= coeficiente de punta

Pf = Población (en miles)

✓ **Coefficiente Popel**

Este método es recomendado para grandes urbes y ciudades ya que Popel establece el coeficiente de mayoración según la población del proyecto.

Tabla 13. Coeficiente de Mayoración (k) según Popel

Población en miles	k
< 5	2,40 a 2.00
5 a 10	2,00 a 1,85
10 a 50	1,85 a 1,60
50 a 250	1,60 a 1,33
> 250	1,33

Fuente: Normativa Boliviana 688[18]

1.5.Caudal de diseño

Es el caudal máximo horario de aporte de aguas residuales sumando los caudales por infiltración, de debe calcular en la etapa inicial y final de periodo de diseño. [6]

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CE} + \sum Q_{DC} \quad \text{Ecuacion 15. [6]}$$

Donde:

Q_{DT} =Caudal de diseño, en L/s

Q_{MH} =Caudal máximo horario doméstico, en L/s

Q_{INF} =Caudal por infiltración, en L/s

Q_{CE} =Caudal por conexiones erradas, en L/s

Q_{DC} =Caudal de descarga concentrada, en L/s

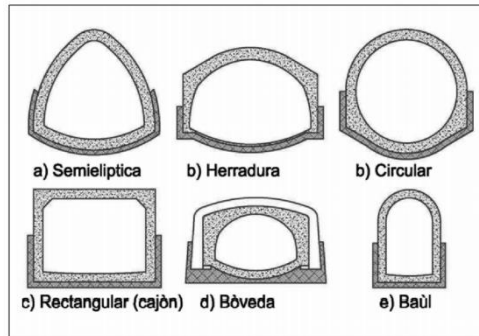
1.6.Hidráulica de los conductos

1.6.1. Secciones de las Alcantarillas

Existen diferentes tipos de conductos construidos en fabrica o en situ cuyo material varía entre Hormigón Simple, Hormigón armado, tubería PVC, acero con y sin revestimiento interno, hierro y polietileno de alta densidad (PEAD).

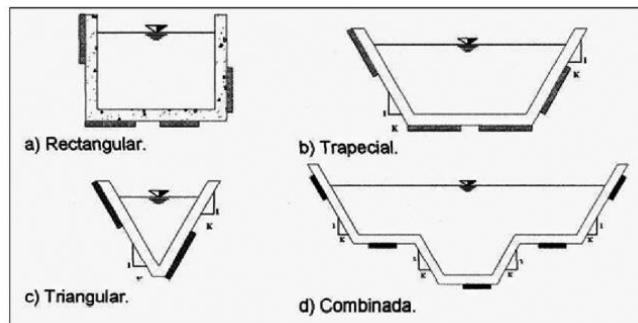
Los conductos construidos in situ (generalmente de hormigón armado abiertos o cerrados) varían de acuerdo a las necesidades de diseño por lo que sus secciones pueden ser de forma circular, rectangular, bóveda, semielíptica, así como las secciones abiertas a canales de sección rectangular, trapezoidal o triangular [14]

Figura 6. Secciones Transversales-Conductos Cerrados



Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EMAAP-Q[14]

Figura 7. Secciones Transversales-Conductos Abiertos



Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EMAAP-Q[14]

1.6.2. Diámetros

El diámetro mínimo para la tubería principal o secundaria es de 200 mm (diámetro interior) en el caso del alcantarillado pluvial o combinado el diámetro mínimo para la tubería es de 250 mm (diámetro interior), estos valores pueden cambiar de acuerdo al diseñador y a la necesidad del proyecto. [8]

De acuerdo a la norma de diseño a la norma de diseño de sistema de alcantarillado de la EMAAP-Q, los diámetros interiores en redes de sistemas de recolección y evacuación tipo convencional es de 250 mm, en el caso de alcantarillado pluvial o combinado es de 300mm el fin de evitar obstrucciones.[14]

1.6.3. Velocidades Permisibles

1.6.3.1. Velocidades Mínimas

La velocidad mínima en cualquier periodo de diseño no debe ser menor que 0.45m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s para que el sistema no sufra daños ni taponamientos ya sean para colectores, primarios, secundarios y terciarios bajo condiciones de caudal máximo instantáneo.[17]

1.6.3.2. Velocidades Máximas

Las velocidades máximas en los colectores y tuberías tienen frenar los efectos de erosión, estas velocidades dependen del material de fabricación.[17]

Tabla 14. Velocidades Máximas

Tipo de Material		Velocidad Máxima (m/s)
Hormigón Simple	Con uniones de mortero	4
	Con uniones de neopreno (nivel freático alto)	3,5 - 4
Asbesto Cemento		4,5 - 5
Plástico		4,5

Fuente: Norma CO 10.7-601 [12]

1.6.3.3. Coeficientes Rugosidad

El coeficiente de rugosidad es una medida fraccional de resistencia ejercida por un material sobre el flujo, donde puede reflejar otras pérdidas de energía, tales como: transporte de material suspendido y escombros difíciles de cuantificar, flujo inestable, y turbulencia excesiva.

Al existir velocidades altas se considera un coeficiente de rugosidad bajo o viceversa, es decir se encuentra estrechamente relacionada con el material usado para elaborar la tubería.

Tabla 15. Coeficientes Rugosidad

Material de Revestimiento	Coefficiente “n”
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0.011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0.013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0.014
Mampostería de piedra juntas con mortero de cemento.	0.020
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas).	0.032
Ladrillo juntas con mortero de cemento.	0.015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación.	0.025

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EMAAP-Q[14]

1.6.4. Pendiente (Gradiente Hidráulica)

$$S = \frac{Pf - Pi}{Lt} \quad \text{Ecuación 15: [19]}$$

Donde:

G: Pendiente del tramo en metro sobre metro

Pi: Altitud inicial del proyecto

Pf: Altitud final del proyecto

Lt: Longitud total o en tramo.

1.6.4.1. Pendiente mínima

La pendiente mínima es aquella que garantizar la autolimpieza y evita problemas de sedimentación dentro de nuestro sistema de alcantarillado se debe obtener nuestra pendiente mínima en base a la velocidad mínima, rugosidad, diámetro del material usado en nuestras tuberías [20]

$$S_{\text{mín}} = \left[\frac{n \times V_{\text{mín}}}{0.397 \times D^{\frac{2}{3}}} \right]^2 \times 100 \quad \text{Ecuación 16: [19]}$$

Donde:

- $S_{\text{mín}}$ = Gradiente Hidráulica mínimo (m/m)
- n = Coeficiente de rugosidad de la tubería
- $V_{\text{mín}}$ = velocidad mínima (m/s)
- D = Diámetro de la tubería (m)

1.6.4.2. Pendiente máxima

La pendiente máxima admisible se relaciona con la velocidad máxima recomendada de acuerdo con el material utilizado en la tubería.

$$S_{\text{máx}} = \left[\frac{n \times V_{\text{máx}}}{0.397 \times D^{\frac{2}{3}}} \right]^2 \times 100 \quad \text{Ecuación 17: [19]}$$

Donde:

- $S_{\text{máx}}$ = Gradiente Hidráulica máxima (m/m)
- n = Coeficiente de rugosidad de la tubería
- $V_{\text{máx}}$ = velocidad máxima (m/s)
- D = Diámetro de la tubería (m)

1.6.5. Profundidad de las tuberías

La profundidad de las tuberías de la red de alcantarillado debe considerar varias características tales como:

- ✓ La profundidad mínima de las redes de recolección y evacuación deben aceptar una pendiente mínima del 2% con un recubrimiento óptimo para evitar rupturas en los sistemas.[14]
- ✓ Las tuberías de la red de alcantarillado siempre se deben encontrar debajo de las tuberías de la red de agua potable, por lo que se considera un altura libre proyectada de 30 cm en forma paralela y de 20 cm cuando se intersequen o crucen.[17]
- ✓ La máxima profundidad de las tuberías es de 5m, pero debido a métodos constructivos y excesivos se recomienda no superar los 3m, aunque puede variar de acuerdo a los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y tuberías en el transcurso y vida útil de las mismas. [14]

Tabla 16.Profundidad Mínima de Tuberías

Profundidad Mínima de Tuberías	
Servidumbre	Profundidad mínima a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	1,50
Vías vehiculares	1,50

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EMAAP-Q[14]

1.6.6. Pozos de Revisión

Son estructuras circulares de hormigón armado o simple de carácter sanitario que cumplen requisitos de deflexión, continuidad, cambio de dirección, pendiente y tipo de tubería dentro de la red de alcantarillado. La abertura superior del pozo será como mínimo 0,6 m con distancias separadas de acuerdo al diámetro de la tubería y a lo permitido por los equipos de limpieza.[8]

Tabla 17. Longitud máxima entre pozos

Diámetros	Máxima distancia entre pozos
Menor a 350	100 m
400 - 800	150 m
Mayor 800 m	200 m

Fuente: Norma CO 10.7-601 [12]

El diámetro exterior máximo de la tubería conectada estará en función del diámetro del cuerpo del pozo de acuerdo al siguiente análisis.

Tabla 18. Diámetros de los cuerpos entre pozos

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (mm)	DIÁMETRO DEL POZO (m)
≤ 550	0,9
> 550	Diseño especial

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EMAAP-Q[14]

El zócalo de los pozos deberá conformarse en canales semicirculares en forma de las tuberías anexadas que no interfieran el flujo hidráulico que conduzcan a pérdidas de energía notables.

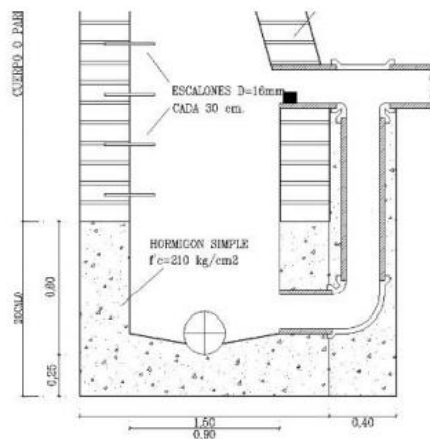
Estos canales deberán tener una pendiente mínima del 4% caso contrario se debe formar un desnivel entre 3 y 4 cm, su pendiente transversal debe tener un pequeño talud de 30 grados para evitar la retención de material orgánico [8]

1.6.6.1. Pozos de revisión con salto

Son estructuras cuyo objetivo es solucionar problemas de desniveles por el encuentro de varias tuberías, además de reducir pendiente en tramos continuos.

La altura entre tuberías de llegada y salida oscila entre los 0,60 m y 0,80 m sin generar turbulencia, caso contrario se instala un salto con una tubería vertical con diámetro máximo de 300mm paralela al pozo con el fondo.[8]

Figura 8. Pozos de revisión con salto



Fuente: Metodología de Diseño del Drenaje Urbano – Ing. Dylan Moya

1.6.7. Fórmulas para el diseño hidráulico

El flujo de las tuberías de alcantarillado se considera uniforme y permanente en una determinada longitud, donde el caudal y la velocidad media son constantes, Para determinar los datos hidráulicos podemos emplear:[6]

1.6.7.1.Fórmula de Chezy

Chezy plantea calcular la velocidad mediante

$$V = C \sqrt{R \times S} \quad \text{Ecuación 18: [5]}$$

Donde el coeficiente de Chezy es:

$$C = (1/n) \times R^{1/6} \quad \text{Ecuación 19: [5]}$$

Donde:

- C = Coeficiente de Chezy
- R = Radio hidráulico (m)
- S = Gradiente Hidráulica (m/m)
- n = Coeficiente de Rugosidad

1.6.7.2.Fórmula de Manning

Manning enfatiza la influencia del radio hidráulico sobre el caudal indicando :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad \text{Ecuación 20: [5]}$$

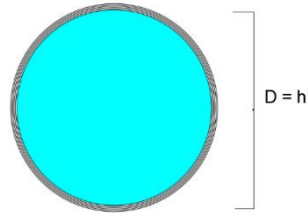
Donde:

- V = Velocidad (m/s)
- R = Radio hidráulico (m)
- S = Gradiente Hidráulica (m/m)
- n = Coeficiente de Rugosidad

1.6.8. Condiciones hidráulicas de conducción

➤ Tubería Totalmente Llena

Figura 9. Tubería Totalmente llena



Fuente: El autor

Tabla 19. Condiciones Hidráulicas de Conducción TTL

$A_{TLL} = \frac{\pi * D^2}{4}$	Ecuación 21: [18]
$P_{TLL} = \pi * D$	Ecuación 22: [18]
$R_{TLL} = \frac{A_{TLL}}{P_{TLL}} = \frac{D}{4}$	Ecuación 23: [18]
$V_{TLL} = \frac{0.397}{n} * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	Ecuación 24: [18]
$Q_{TLL} = \frac{0.312}{n} * D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$	Ecuación 25: [18]

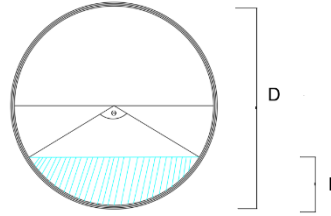
Fuente: Normativa Boliviana 688[18]

Donde:

- A_{TLL} = Área mojada sección llena (m²)
- P_{TLL} = Perímetro mojado sección llena (m)
- R_{TLL} = Radio hidráulico a tubo totalmente lleno (m)
- V_{TLL} = Velocidad a tubo totalmente lleno (m/s)
- Q_{TLL} = Caudal a tubo totalmente lleno (lt /s)
- n = Coeficiente de Rugosidad
- D = Diámetro de la tubería (m)
- S= Gradiente hidráulico (m/m)

➤ **Tubería Parcialmente Llena**

Figura 10. Tubería Parcialmente Llena



Fuente: El autor

Tabla 20. Condiciones Hidráulicas de Conducción TPL

$\theta = 2 \arccos \left[1 - \frac{2h}{D} \right]$	Ecuación 26: [18]
$R_{PLL} = \frac{D}{4} \left[1 - \frac{360 - \text{sen}\theta}{2\pi\theta} \right]$	Ecuación 27: [18]
$V_{PLL} = \frac{0.397 D^{2/3}}{n} \left[1 - \frac{360 - \text{sen}\theta}{2\pi\theta} \right]^{2/3} S^{1/2}$	Ecuación 28: [18]
$Q_{PLL} = \frac{D^{8/3}}{7257.15 (n) (2\pi\theta)^{2/3}} (2\pi\theta - 360\text{sen}\theta)^{5/3} S^{1/2}$	Ecuación 29: [18]

Fuente: Normativa Boliviana 688[18]

Donde:

- θ = Ángulo central en grado sexagesimal
- h = Calado normal (m)
- R_{PLL} = Radio hidráulico a tubo parcialmente lleno (m)
- V_{PLL} = Velocidad a tubo parcialmente lleno (m/s)
- Q_{PLL} = Caudal a tubo parcialmente lleno (lt /s)
- n = Coeficiente de Rugosidad
- D = Diámetro de la tubería (m)
- S = Gradiente hidráulico (m/m)

Tabla 21. Condiciones Hidráulicas de Conducción

Dato	Ecuación	Simbología
Área en régimen hidráulico	$A = 0.125 * (\theta_{rad} - Sen\theta) * do^2$ <p>Ecuación 30: [18]</p>	Θ rad: Ángulo formado en radianes y grados do: Diámetro (orificio interno), de diseño (m)
Contorno mojado	$P_m = 0.5 * \theta * do$ <p>Ecuación 31: [18]</p>	Θ : Ángulo expresado en radianes do: Diámetro u orificio inicial (metros)
Radio en condición hidráulica	$R_h = \frac{A}{P_m}$ <p>Ecuación 32: [18]</p>	A: Área calculada con los criterios de ángulo (m ²) Pm: Perímetro mojado expresado en metros
Energía específica	$E = Yno + \frac{V^2}{2 * 9.81}$ <p>Ecuación 33: [18]</p>	Yno: Tirante normal de la sección en (m), siendo V (velocidad en m/s)
# de Froude	$\#F = \frac{V}{\sqrt{9.81 * D}}$ <p>Ecuación 34: [18]</p>	D: Profundidad o altura hidráulica,
Profundidad hidráulica	$D = \frac{A}{T}$ <p>Ecuación 35: [18]</p>	T: Ancho superficial

Fuente: Normativa Boliviana 688[18]

Tabla 22. Condiciones Hidráulicas de Conducción

Dato	Ecuación	Simbología
Ancho superficial	$T = \text{sen}(0.5\theta)do$ <p>Ecuación 36: [18]</p>	<p>Θ: ángulo expresado en grados</p> <p>do: Diámetro inicial (m)</p>
Tensión tractiva	$\tau = p * g * Rh * Pd$ <p>Ecuación 37: [18]</p>	<p>p: Densidad del agua (1000 Kg/m³)</p> <p>g: Gravedad</p> <p>Rh: Radio hidráulico</p> <p>Pd: Pendiente de cada intervalo de pozo a pozo</p>

Fuente: Normativa Boliviana 688[18]

1.6.9. Conexiones Domiciliarias

Las conexiones domiciliarias son el punto de descarga de las aguas residuales de las viviendas a la red principal o secundaria, deben tener un diámetro mínimo de 0.1m para conexiones sanitarias y 0.15m para sistemas pluviales con una pendiente mínima del 1%. [17]

1.6.10. Servidumbre de Paso

Es el derecho temporal o perpetuo que existe sobre un inmueble, adjudicándose ciertos derechos y disposiciones sobre el mismo, privando al propietario de cualquier tipo de acción sobre su posesión en el mismo. [22]

1.7.PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1.7.1. Planta de Tratamiento de Agua Residual

Son el conjunto de métodos físico-químicos o biológicos ordenados sistemáticamente que permite restaurar la presencia de oxígeno, reduciendo la materia orgánica y contaminantes a través de la evacuación de sólidos, mediante la aplicación de bacterias o microorganismos para posteriormente ser separados del agua. [23]

1.7.2. Características de Agua Residual

Tabla 23. Características de Agua Residual

CARACTERÍSTICAS		PROCEDENCIA	
FÍSICAS	COLOR	Aguas residuales domésticas e industriales, degradación natural de materia orgánica	
	OLOR	Agua residual en descomposición, residuos industriales	
	SOLIDOS	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas	
	TEMPERATURA	Aguas residuales domésticas e industriales	
QUÍMICAS	ORGÁNICOS	CARBOHIDRATOS	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
		GRASAS ANIMALES. ACEITES Y GRASA	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
		PESTICIDAS	Residuos agrícolas
		FENOLES	Vertidos industriales
		PROTEÍNAS	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
		CONTAMINANTES PRIORITARIOS	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
		AGENTES TENSOACTIVOS	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
		COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales

Fuente: METCALF & EDDY [27]

Tabla 24. Características de Agua Residual

	INORGÁNICOS	OTROS		Degradación natural de materia orgánica
		ALCALINIDAD		Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea.
		CLORUROS		Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea.
		METALES PESADOS		Vertidos industriales
		NITRÓGENO		Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas.
		PH		Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
		FOSFORO		Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales; aguas de escorrentía
		CONTAMINANTES PRIORITARIOS		Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
	AZUFRE		Agua de suministro, aguas residuales domésticas, comerciales e industriales	
	GASES	SULFURO DE HIDROGENO		Descomposición de residuos domésticos
		METANO		Descomposición de residuos domésticos
OXIGENO		Agua de suministro, infiltración de agua superficial		
BIOLÓGICAS	ANIMALES		Cursos de agua y plantas de tratamiento	
	PLANTAS		Cursos de agua y plantas de tratamiento	
	PROTISTAS	EUBACTERIAS	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento	
		ARQUEOBACTERIAS	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento	
	VIRUS		Aguas residuales domésticas	

Fuente: METCALF & EDDY [27]

1.7.3. Parámetros de las Aguas Residuales

1.7.3.1.Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Parámetro mediante el cual se calcula la cantidad de oxígeno disuelto existente en el agua residual el mismo que a través de procesos de oxidación son consumidos por los microorganismos permitiendo la determinación de los niveles de contaminación del agua. La oxidación de agua oscila entre los 60 y 70 % a los 5 días.[25]

1.7.3.2.Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Parámetro mediante el cual se calcula la cuantía de materia orgánica mediante ensayos de la reacción de un agente químico a elevadas temperaturas para poder determinar la cantidad de oxígeno para oxidar la materia orgánica[25]

1.7.3.3.Potencial Hidrógeno (pH)

Parámetro que nos permite identificar la concentración de hidrógeno dentro del agua para conocer el desarrollo de vida y extensión biológica existente[25]

1.7.3.4.Nitrógeno (N)

Elemento químico presente en la naturaleza en distintas formas como nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, entre otros, cuya presencia es vital para la existencia de la vida[25]

1.7.3.5.Fósforo (P)

Elemento químico esencial para la vida permitiendo el crecimiento y desarrollo de la misma, el mismo que debe ser controlado para evitar el crecimiento desmesurados de plantas acuáticas en los efluentes del agua residual.[25]

1.7.3.6. Coliformes fecales y totales

Son grupo de familias de bacterias que se encuentran en los seres vivos incluso los humanos, indican la presencia de agua contaminada -negras u otro tipo de desechos en descomposición, generalmente las podemos encontrar en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.[26]

1.7.4. Tipos de Agua Residual

1.7.4.1. Agua residual doméstica o urbana

Tipo de agua residual con altos contaminantes orgánicos y sólidos sedimentables resultante del uso dentro de viviendas y núcleos urbanos donde existen aglomeraciones de comercio, hogares o lugares de trabajo.[27]

Figura 11 Ejemplo de agua residual urbana



Fuente: <https://es.dreamstime.com/sucio-fregadero-en-la-cocina-con-espuma-y-sobras-despu%C3%A9s-de-lavar-platos-obstrucci%C3%B3n-aguas-residuales-image168306054>

1.7.4.2. Agua residual industrial

Tipo de agua residual producida por plantas de producción, fabricas, etc, es decir referidos netamente a las actividades industriales del sector secundario de la economía, se caracteriza por contener altos contaminantes como son los metales pesados y elementos químicos artificiales. [27]

Figura 12. Ejemplo de agua residual industrial



Fuente: <https://bosstech.pe/planta-de-tratamiento-de-agua-residual/>

1.7.4.3. Agua residual de la agricultura y ganadería

Tipo de agua residual producto de la agricultura (cultivos) y ganadería (ganadería intensiva), contiene elevados contaminantes en consecuencia del uso de productos químicos utilizados en dichas actividades. [27]

Figura 13. Ejemplo de Agua residual de la agricultura y ganadería



Fuente: <https://flores.unu.edu/en/news/news/uso-seguro-de-aguas-residuales-en-la-agricultura-en-practica.html>

1.7.4.4. Agua residual de lluvia

Tipo de agua residual inadvertida producida por el efecto de la lluvia que arrastra contaminantes que contiene la atmósfera, generalmente termina combinada con las aguas industriales y urbanas en el alcantarillado público. [27]

Figura 14. Ejemplo de Agua residual de lluvia



Fuente: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/ usos-y-beneficios-de-las-aguas-pluviales>

1.7.5. Tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento de aguas residuales es vital para la eliminación de sólidos, microorganismos y desechos existentes por lo cual se debe seguir un procedimiento de tratamiento y descarga.

1.7.5.1. Pretratamiento

Procedimiento mediante el cual se eliminan elementos notables cuya presencia puede provocar problemas de funcionamiento y mantenimiento en los diferentes procesos y sistemas auxiliares. [28]

1.7.5.2.Tratamiento primario

Se eliminan una fracción de sólidos en suspensión y de la materia orgánica residual mediante operaciones como el tamizado y la sedimentación [28]

Figura 15. Ejemplo de Tratamiento primario



Fuente: <https://www.nyfdecolombia.com/plantas/tratamiento-de-aguas-residuales>

1.7.5.3.Tratamiento secundario

Se encuentra direccionado a la eliminación de sólidos en suspensión y compuestos orgánicos biodegradables donde se eliminan o retardan los procesos de eutrofización aguas abajo de la descarga[28]

Figura 16. Ejemplo de Tratamiento secundario



Fuente: <https://www.tecpa.es/edar-tratamiento-secundario-depuracion-aguas/>

1.7.5.4. Tratamiento avanzado

Se enfoca en la recuperación del agua residual, donde se eliminan compuestos tóxicos, nutrientes y excesos de materia orgánica que no fueron destruidos en el tratamiento secundario aplicando métodos avanzados como la coagulación química, floculación y sedimentación, filtración y carbón activado. [28]

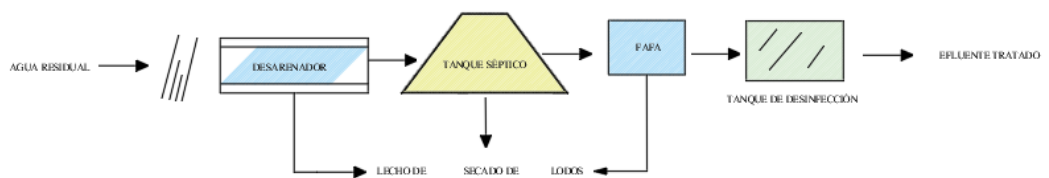
Figura 17. Ejemplo de Tratamiento Avanzado



Fuente: <https://www.aguasresiduales.info/idi/tesis-doctorales/tratamientos-avanzados-de-agua-potable-para-eliminacion-de-materia-organica-disuelta-aplicacion-del-bac>

1.7.6. Componentes para el Tratamiento de Agua Residual

Figura 18. Componentes para el Tratamiento de Agua Residual



Fuente: El Autor

1.7.6.1.Cribado

Proceso individual el cual se elimina los residuos visibles o voluminosos presentes en el agua residual. Cumple como sistema de protección debido a que controla el ingreso de cribados de distintos tamaños que ingresan a la PTAR.[25]

Figura 19. Ejemplo de Cribado



Fuente: <https://www.directindustry.es/prod/huber-technology/product-69228-1115587.html>

1.7.6.2.Desarenador

Estructura hidráulica que permite reducir la velocidad de agua residual que ingresa en la PTAR de tal manera que los sólidos suspendidos que se encuentran mezclados con el agua residual logren separarse y asentarse.[25]

Figura 20. Ejemplo de Desarenador

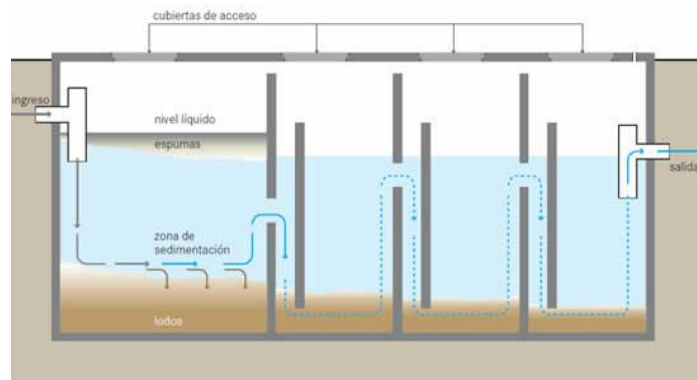


Fuente: <https://estruagua.com/productos/puente-desengrasador-desarenador-longitudinal-longbri/>

1.7.6.3. Tanque Séptico

Proceso individual que combina la sedimentación y digestión de sólidos, lo que permite degradar la materia orgánica a formas sencillas de destrucción y limpieza. [12]

Figura 21. Ejemplo de Tanque Séptico



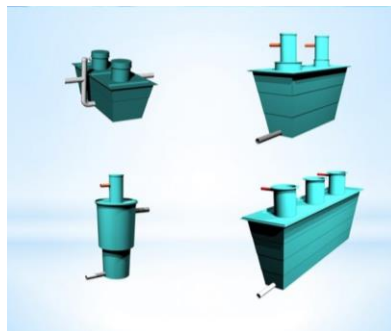
Fuente:

http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/proyecto_AQUAtech/humed_horiz/dfsistema_baffled.htm

1.7.6.4. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)

Es un reactor de cama empacada cuyo proceso funciona en forma anaerobia donde el flujo de agua asciende lentamente a través de un sistema filtrante que permite retener sólidos y materia presente en el agua residual. [29]

Figura 22. Ejemplo de FAFA



Fuente: <https://www.fibromuebles.com/producto/5-fafas/>

1.7.6.5. Lecho de Secado de Lodos

Proceso en el cual se deposita los lodos digeridos en procesos de la PTAR con el objetivo de deshidratar los lodos a través de la evaporación o medios filtrantes dentro de tanques sépticos, sedimentadores o en reactores anaerobios. [25]

Figura 23. Ejemplo de Lecho de Secado de Lodos



Fuente: <https://www.aqualimpia.com/biodigestores/tratamiento-lodos/>

1.7.6.6. Desinfección

Proceso cuyo objetivo es eliminar los agentes patógenos (bacterias y virus de origen fecal) presentes en el agua residual a través de agentes desinfectantes. [12]

Figura 24. Ejemplo de Desinfección



Fuente: <http://tssinternacional.com/desinfeccion/>

1.7.6.7. Porcentajes de Remoción teórica por procesos

Los porcentajes de remoción teórica de procesos miden el rendimiento de nuestra PTAR en relación del agua residual que ingresa y el agua tratada que sale a través de la misma.

Tabla 25. Rendimiento y Porcentajes Teórica por procesos

Unidades de tratamiento	RENDIMIENTO DE ELIMINACIÓN DEL CONSTITUYENTE, PORCENTAJE					
	BDO	DQO	SS	Pb	N-Org c	NH3 -N
Rejas de barras	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo
Desarenadores	0 - 5 d	0 - 5 d	0 - 10 d	nulo	nulo	nulo
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0
Fangos activados						
(Proceso convencional)	80-95	80-85	80-90	10-25	15-50	8-15
Filtros precoladores						
Alta carga, medio pétreo	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15
Carga muy alta, medio sintético	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15
Biodiscos (rbcs)	80-85	80-85	80-85	10-25	15-50	8-15
Cloración	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo

Fuente: METCALF y EDDY [24]


CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.Equipos y Materiales.



Para el diseño del alcantarillado sanitario de los sectores Cullualo – San Miguel y el estudio y evaluación de la planta de tratamiento de la Parroquia Quinchicoto se empleó los siguientes materiales mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 26. Equipos y Materiales

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
GPS DIFERENCIAL	<p>Equipo de marca Garmin, su exploración se basa por satélite HotFix lo que facilita su uso en cualquier tipo de topografía, mantiene un error de más menos tres metros por lo que se considera una exactitud casi perfecta al posicionar y localizar coordenadas UTM en el plano.</p> <p style="text-align: center;">Figura 25. GPS Diferencial</p> <div style="text-align: center;">A handheld Garmin GPS device with a color screen displaying a map. The device is black and orange, with a small antenna on top. The screen shows a topographic map with a blue line indicating a path or route.</div> <p style="text-align: center;">Fuente: gps-garmin-gps-D_NQ_NP_850021-MCO20697660246_052016-F.jpg (1024×1024) (mlstatic.com)</p>



Fuente: El autor

Tabla 27. Equipos y Materiales

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
EQUIPO RTK	<p>Equipo de marca Garmin que permite la navegación y posicionamiento satelital mediante el cual una sola referencia proporciona datos con correcciones que brindan una exactitud aceptada por los diseñadores de los proyectos.</p> <p style="text-align: center;">Figura 26. Equipo RTK</p> <div style="text-align: center;"></div> <p style="text-align: center;">Fuente:O1CN016ty5H31JGV286ME4C_!6000000001001-0-tbvideo.jpg (540×540) (alicdn.com)</p>
COMPUTADOR A PORTÁTIL.	<p>Equipo de marca Dell de séptima generación con 1 Tera de almacenamiento de propiedad autónoma, posee una tarjeta de video Radeon lo que permite acelerar el interfaz gráfico al realizar estudios de alta calidad, con un sistema operativo Windows 10 con un procesador i7 lo que proporciona mayor velocidad en el cálculo de procesos.</p> <p style="text-align: center;">Figura 27. Computadora Portátil</p> <div style="text-align: center;"></div> <p style="text-align: center;">Fuente:dell_latitude_e6330_b__1_1.jpg (1000×1000) (refreshedbyus.com)</p>

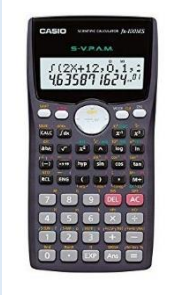

Fuente: El autor

Tabla 28. Equipos y Materiales

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Celular	<p>Equipo de marca Samsung J6 contiene un RAM de 3GB/4GB, con una pantalla, de 5.6", 720 x 1480, integra una cámara de 13 MP lo que facilita la toma de fotografías y el registro de datos en sitio.</p> <p>Figura 28. Celular</p>  <p>Fuente: El autor</p>
CINTA, CLAVOS, MOJONES	<p>Materiales que brindan soporte al realizar el levantamiento topográfico ya que nos permiten ubicar BM, así como puntos estratégicos en la zona del sector, se consideraron clavos de acero y mojonos de madera de 0.3m.</p> <p>Figura 29. Cinta, Clavos, Mojonos</p>  <p>Fuente: El autor</p>

Fuente: El autor

Tabla 29. Equipos y Materiales

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
CALCULADORA BÁSICA	<p>Equipo básico marca CASIO fx - 570es PLUS con dimensiones 161,5×77×13,8mm que permite realizar el cálculo de operaciones relacionadas a nuestro diseño de alcantarillado y evaluación de nuestra planta de tratamiento.</p> <p>Figura 30. Ejemplo de Calculadora Básica</p>  <p>Fuente: calculadora-casio-fx-100ms-cientifica-basica-12-dig.jpg (600×770) (dcolon.cl)</p>
CUADERNO Y HOJAS PAPEL BOND	<p>Material básico usado tanto en campo como en escritorio para llevar a cabo anotaciones principales y secundarias.</p> <p>Figura 31. Ejemplo de Papelería Básica</p>  <p>Fuente: https://www.americatv.com.pe/noticias/util-e-interesante/recicla-hojas-cuadernos-n401529</p>

Fuente: El autor

Tabla 30. Equipos y Materiales

MATERIAL	DESCRIPCIÓN
PROGRAMAS COMPUTACIONALES	GOOGLE EARTH Programa C++ con interfaz gráfica Qt basado en un conjunto de imágenes satelitales que nos permite visualizar el globo terráqueo y zonas en estudio específicas
	SAS PLANET Es un software gratuito con licencia GNU que permite la visualización de imágenes satélites, usada para obtener una referenciación de imágenes satélites usada para obtener una referenciación más exacta de los sitios específicos
	EXCEL Software del paquete Office cuyo objetivo principal es el cálculo y tabulación de datos, es usado para un sistema operativo de Windows, así como MacOS
	GLOBAL MAPPER Software de procesamiento de datos espaciales con aplicaciones SIG con accesibilidad a una gran cantidad de datos TerraServer-USA/MSRMaps.com, comparte datos DEM/DSM con la opción de licencia flotantes y lectura de datos LiDAR
	CIVIL 3D Autodesk Civil 3D es un software de diseño BIM para la ingeniería civil, que permite colaborar proyectos, diseñar puentes, trabajar redes de presión, y características de diseño de tránsito y rieles

Fuente: El autor

2.2. Metodología y Nivel de Investigación

El proyecto técnico de diseño del alcantarillado sanitario de los sectores Cullualo- San Miguel y evaluación de la planta de tratamiento de Quinchicoto se realizará a través de las siguientes etapas.

2.2.1. FASE 1: Fase Preliminar

Investigación de campo

En esta etapa se realiza un levantamiento de información en el lugar donde se desarrolla el proyecto, obteniendo datos de índole primordial como el muestreo poblacional y características notables bajo las cuales está sometido la población y el proyecto.

2.2.2. FASE 2: Diseño del sistema del Alcantarillado

Investigación documental y de campo

En esta etapa se realiza el diseño de nuestro sistema de alcantarillado obteniendo datos documentales de diseño (normativas), población, tasa de crecimiento poblacional, censos actuales de población, densidad actual y futura, así como el desarrollo de cálculos in situ, y en escritorio para desarrollar cálculos que permitan obtener un óptimo drenaje para la población involucrada o beneficiada.

2.2.3. FASE 3: Evaluación de la planta de Tratamiento

Investigación documental, laboratorio y campo

Dentro de la etapa de evaluación de la planta de tratamiento se realiza un levantamiento de información establecida a lo largo del tiempo, así como la búsqueda de mecanismos que permitan evaluar el real cumplimiento del objetivo de la PTAR, a través de la generación de planos 2D y estudios de laboratorio que identifiquen el comportamiento actual de la PTAR.

2.2.4. FASE 4: Fase Técnica

Investigación documental

Esta es la etapa final donde se plasman el diseño del sistema de alcantarillado y el resultado de la evaluación de la planta de tratamiento a través de la propuesta de mecanismos técnicos como la obtención de planos, análisis de precios unitarios, cronograma valorado de actividades y especificaciones técnicas que faciliten un mejor entendimiento del trabajo realizado.

2.3.. FASE 1: Fase Preliminar del Proyecto General.

Dentro de la fase preliminar del proyecto se realizó las siguientes subactividades.

2.3.1. Inspección del Lugar

La inspección del lugar del proyecto consiste en un monitoreo directo del lugar, siendo la observación directa una herramienta importante para el diseño de nuestro sistema de alcantarillado ya que debemos tomar en cuenta la delimitación del proyecto tomando coordenadas UTM.

2.3.2. Muestreo Poblacional

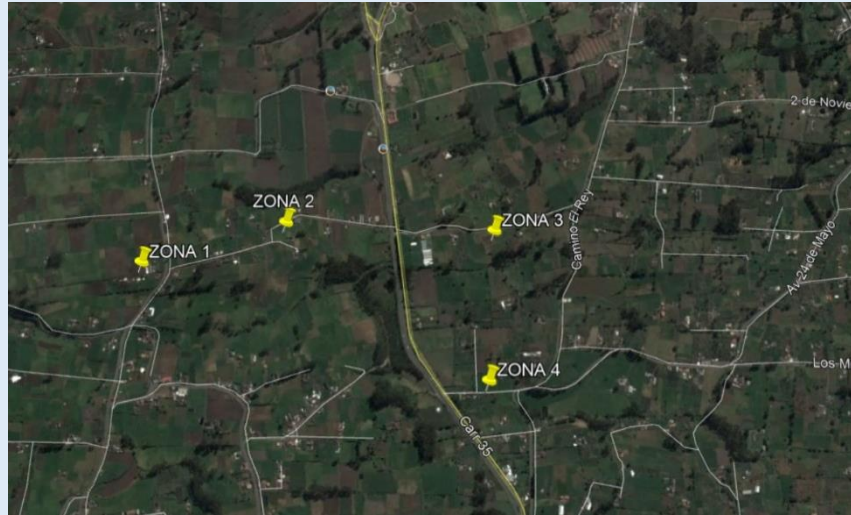
Consiste en identificar el número de beneficiados, viviendas y número de acometida domiciliarias que se encuentran inmersas dentro del área de proyecto lo que permite establecer parámetros de diseño de población actual y futura para nuestro sistema de alcantarillado.

2.3.3. Características de las Zonas del Proyecto

La delimitación del proyecto trae consigo características que permitan dar detalle del lugar de implantación de nuestro diseño de alcantarillado, teniendo en cuenta puntos como la ubicación, relieve, actividad socioeconómica de la población entre otros.

Tabla 31. Características de las Zonas del Proyecto

RED DE ALCANTARILLADO SECTORES CULLUALO-SAN MIGUEL					
Provincia			Tungurahua		
Cantón			Tisaleo		
Parroquia			Quinchicoto		
Sectores					
CULLUALO			SAN MIGUEL		
	Norte	Este		Norte	Este
Zona 1	9847576.52	760642.44	Zona 3	9847787.28	761738.49
Zona 2	9847749.88	761076.01	Zona 4	9847315.88	761771.65



Fuente: El autor

2.4. FASE 2: Diseño del sistema del Alcantarillado

2.4.1. Periodo de Diseño

El periodo de diseño considera la vida útil de nuestro sistema de alcantarillado de acuerdo al material de tubería a implementar en nuestro proyecto. Para diseñar el alcantarillado sanitario de los sectores San Miguel – Cullualo, parroquia Quinchicoto del cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua se tomará un periodo de diseño de acuerdo a la Norma Boliviana y la Norma CO 10.7-601.

Tabla 5: Valores de período de diseño, según la Norma Boliviana

Población	Período(años)
1000-15000	15
15001-50000	15-20
>50001	30

Fuente: Metodología de diseño del drenaje urbano[8]

c) En función de los componentes

Tabla 6: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema

Componentes		Vida Útil (años)
Diques grandes y túneles		50 a 100
Obras de captación		25 a 50
Pozos		10 a 25
Conducciones de hierro dúctil		40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC		20 a 30
Planta de Tratamiento		30 a 40
Tanques de Almacenamiento		30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	De hierro dúctil	40 a 50
	De asbesto cemento o PVC	20 a 25

Fuente: Norma CO 10.7-601[12]

Tabla 7: Valores de período de diseño, según la Norma Boliviana

Componentes y/o Equipos	Período (años)
Tuberías principales y secundarias	20 – 30
Colectores, Emisarios	30 – 50
Equipos mecánicos	5 – 10
Equipos eléctricos	10 – 15
Equipos con combustión	5 - 10

Fuente : Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[12]

2.4.2. Población de Diseño

La población de diseño del proyecto se tomará de acuerdo a los datos existentes en la base de datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) de los años 2001 y 2010, es decir se considera los dos últimos censos realizados en el país tomándose como base para el proceso de extrapolación y obtención de datos aproximados.

2.4.3. Tasa de Crecimiento Poblacional.

Para obtener el indicador o porcentaje de nuestro crecimiento poblacional se puede aplicar las fórmulas indicadas en la tabla 31.

Tabla 32. Tasa de Crecimiento Poblacional

RED DE ALCANTARILLADO SECTORES CULLUALO-SAN MIGUEL		
Tasa de Crecimiento Poblacional.		
Método Aritmético o Lineal	Método Geométrico	Método Exponencial
$Pf = Pa \times (1 + (r \times n))$	$Pf = Pa \times (1 + r)^n$	$Pf = Pa \times (e)^{r \times n}$
<ul style="list-style-type: none"> ✓ e= Constate (Euler= 2.71828) ✓ r= Tasa de Crecimiento Poblacional ✓ n =Período de tiempo en años ✓ Pf = Población futura ✓ Pa= Población actual 		

Fuente: Torres-Degro, “Tasas de crecimiento poblacional.[8]

2.4.4. Población Actual

El cálculo de la población actual se da por el cálculo del promedio de personas por hogar previstas en el censo del año 2010, o aplicando una encuesta poblacional directamente en el sitio.

2.4.5. Densidad Poblacional

Consiste en la relación actual y futura población / área para identificar la densidad de población dentro del área neta del proyecto. Siendo los sectores San Miguel – Cullualo comprenden un área total de 26.75 Ha perteneciendo 15.48 Ha para el sector de Cullualo y 11.27 Ha para el sector San Miguel.

Tabla 33. Densidad Poblacional

Densidad Poblacional	
Actual	Futura
$DPA = \frac{Pa}{\text{Área de proyecto}}$	$DPF = \frac{Pf}{\text{Área de proyecto}}$
<p>Donde:</p> <p>DPA= Densidad poblacional actual (hab/Ha)</p> <p>Pa= Población actual (Hab)</p> <p>A= área neta (Ha)</p>	<p>Donde:</p> <p>DPF= Densidad poblacional futura (Hab/Ha)</p> <p>Pf= Población futura (Hab)</p>

Fuente: El autor

2.4.6. Suministro de Agua Potable

La dotación de agua potable para los sectores Cullualo San Miguel será tomada de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma EX IEOS 1986 considerándose como Categoría I clase Obrera

Tabla 34. Ingresos y dotación de agua

Nivel de Ingreso	Dotación
Categoría I (Obrera)	150 -200
Categoría II (Clase Media)	200-280
Categoría III (Clase Alta)	280-350

Fuente: EX IEOS 1986[11]

$$Df = Da + 1 \text{ lt/ hab /dia} * n$$

Donde:

Df= dotación futura

Da= dotación actual= 150 lt/hab/día

n= Periodo de diseño (en años)= 20años

2.4.7. Cálculo de Caudales Agua Potable

Para obtener los caudales inicio de agua potable debemos tomar en cuenta las siguientes consideraciones.

Tabla 35. Cálculo de Caudales de Agua Potable

CÁLCULO DE CAUDALES AGUA POTABLE	
CAUDAL	FÓRMULA
Caudal medio diario de agua potable	$Qmd_{AP} = \frac{Pf * Df}{86400}$ <p>Qmd_{AP} = Caudal medio diario del agua potable (lt/seg) Dónde: Pf = Población futura o de diseño por tramo (hab) Df = Dotación Futura de agua potable (lt/hab/día)</p>
Caudal medio diario de evacuación	$Qmd = C * Qmd_{AP}$ <p>C: Relación entre 0.6 y 0.8 Qmd_{AP} = Caudal medio diario del agua potable (lt/seg)</p>

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas con dominicales de alcantarillado sanitario. Programa de Agua y Saneamiento. Bolivia[6]

2.4.8. Cálculo de Caudales de Diseño de Alcantarillado

Tabla 36. Cálculo de Caudales de Diseño de Alcantarillado

CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO													
CAUDAL INSTANTÁNEO (QI) $Q_i = M \times Q_{mds}$	Q _i = Caudal máximo instantáneo (lt/seg) Q _{mds} = Caudal medio diario sanitario (lt/seg) K = Coeficiente de mayoración												
Coeficiente de Maoración	Coeficiente de Harmon	$M = 1 + \frac{14}{4 * \sqrt{Pf}}$ Dónde: M= coeficiente de punta Pf = Población (en miles)											
	Coeficiente de Babbit	$M = \frac{5}{Pf^{0.2}}$ Dónde: M= coeficiente de punta Pf = Población (en miles)											
	Coeficiente Popel	Tabla 13. Coeficiente de Mayoración (k) según Popel <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Población en miles</th> <th style="text-align: center;">M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">< 5</td> <td style="text-align: center;">2,40 a 2.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 a 10</td> <td style="text-align: center;">2,00 a 1,85</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10 a 50</td> <td style="text-align: center;">1,85 a 1,60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">50 a 250</td> <td style="text-align: center;">1,60 a 1,33</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">> 250</td> <td style="text-align: center;">1,33</td> </tr> </tbody> </table> Fuente: Normativa Boliviana 688[18]	Población en miles	M	< 5	2,40 a 2.00	5 a 10	2,00 a 1,85	10 a 50	1,85 a 1,60	50 a 250	1,60 a 1,33	> 250
Población en miles	M												
< 5	2,40 a 2.00												
5 a 10	2,00 a 1,85												
10 a 50	1,85 a 1,60												
50 a 250	1,60 a 1,33												
> 250	1,33												

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas con dominicales de alcantarillado sanitario. Programa de Agua y Saneamiento. Bolivia[6]

Tabla 37. Cálculo de Caudales de Diseño de Alcantarillado

CAUDAL POR INFILTRACIÓN		$Q_{inf} = I * L$ <p>Q_{inf} = Caudal por infiltración (lt/seg) I = Valor de infiltración (lt/seg/m) L = Longitud de tubería por tramo (m)</p>						
CAUDALES DE INFILTRACIÓN (I) (LT/SEG/KM)								
TIPO DE UNIÓN	Tubo de Cemento		Tubo de arcilla		Tubo de arcilla vitrificada		Tubo de P.V.C	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Nivel freático bajo	0,5	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05
Nivel freático alto	0,8	0,2	0,7	0,1	0,3	0,1	0,15	0,5
CAUDAL DE CONEXIONES ERRADAS		$Q_e = (5\% - 10\%) * Q_i$ <p>Donde: Q_e = Caudal por conexiones erradas (lt/seg) Q_i = Caudal máximo instantáneo de aguas residuales</p>						
CAUDAL DE DISEÑO		$Q_{DT} = Q_i + Q_{Inf} + Q_e$ <p>Donde: Q_{DT} =Caudal de diseño, en L/s Q_i=Caudal máximo horario doméstico, en L/s Q_{Inf} =Caudal por infiltración, en L/s Q_e =Caudal por conexiones erradas, en L/s</p>						

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas con dominicales de alcantarillado sanitario. Programa de Agua y Saneamiento. Bolivia[6]

2.4.9. Gradiente Hidráulica

El cálculo de la ardiente hidráulica se lo realiza a través de la siguiente ecuación.

$$S = \frac{Pf - Pi}{Lt}$$

Donde:

S: Pendiente del tramo en metro sobre metro

Pi: Altitud inicial del proyecto

Pf: Altitud final del proyecto

Lt: Longitud total o en tramo.

2.4.10. Pendiente Mínima y Máximas

Tabla 38.Pendientes Mínimas y Máximas

PENDIENTE MINIMA Y MAXIMAS	
Pendiente mínima	Pendiente máxima
$S_{mín} = \left[\frac{n \times V_{mín}}{0.397 \times D^{\frac{2}{3}}} \right]^2 \times 100$ <p>[19]</p> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $S_{mín}$ = Gradiente Hidráulica mínimo (m/m) ▪ n = Coeficiente de rugosidad de la tubería ▪ $V_{mín}$ = velocidad mínima (m/s) ▪ D = Diámetro de la tubería (m) 	$S_{máx} = \left[\frac{n \times V_{máx}}{0.397 \times D^{\frac{2}{3}}} \right]^2 \times 100$ <p>[19]</p> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $S_{máx}$ = Gradiente Hidráulica máxima (m/m) ▪ n = Coeficiente de rugosidad de la tubería ▪ $V_{máx}$ = velocidad máxima (m/s) ▪ D = Diámetro de la tubería (m)

Fuente: El autor

Tabla 39. Pendientes Mínimas y Máximas

Tabla 15. Coeficientes Rugosidad

Material de Revestimiento	Coefficiente “n”
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0.011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0.013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0.014
Mampostería de piedra juntas con mortero de cemento.	0.020
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas).	0.032
Ladrillo juntas con mortero de cemento.	0.015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación.	0.025

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EMAAP-Q[14]

Fuente: El autor

2.4.11. Diámetro de la Tubería

Aplicamos el método de fórmula a caudal totalmente lleno.

$$Qd = \frac{39}{125 * n} * \phi^{\frac{8}{3}} * S^{1/2}$$

- ✓ Qd= Caudal de diseño de la tubería
- ✓ n = Coeficiente de Rugosidad
- ✓ S = Gradiente Hidráulica (m/m)
- ✓ ϕ = Diámetro de tubería

Cabe recalcar que la tubería mínima para una red de alcantarillado es de 200 mm es decir 20 cm.

Basado en lo que Manning fórmula en su ecuación y al despejar la misma en función de la Velocidad y Caudal tenemos:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

$$Q = \frac{A}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

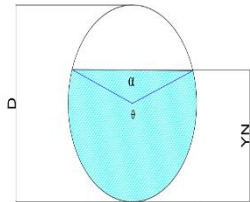
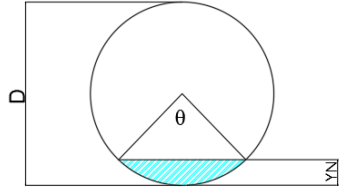
Donde:

- V = Velocidad (m/s)
- R = Radio hidráulico (m)
- S = Gradiente Hidráulica (m/m)
- n = Coeficiente de Rugosidad

2.4.12. Diseño Hidráulico de Tubería Parcialmente Llena

Para diseñar nuestra tubería debemos entender los parámetros que esta rigen cuando esta se encuentra parcialmente llena, el método utilizado para calcular el ángulo de diseño debe enmarcarse en los criterios basados en la Tabla 40.

Tabla 40. Diseño Hidráulico de Tubería Parcialmente Llena

DISEÑO HIDRÁULICO DE TUBERÍA PARCIALMENTE LLENA		
	Criterio 1: $YN \geq D0/2$	Criterio 2: $YN < D0/2$
Ángulos		
Ángulo beta (β)	$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{YN - \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\right)$	$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{\frac{D}{2} - YN}{\frac{D}{2}}\right)$
Ángulo alfa (α)	$\alpha = 2 * \beta$	INEXISTE
Ángulo teta (Θ)	$\theta = 360 - \alpha$	$\theta = 2 * \beta$
Ángulo teta (Θ) expresado en radianes		$\theta_{rad} = \frac{\theta * \pi}{180}$

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas con dominicales de alcantarillado sanitario. Programa de Agua y Saneamiento. Bolivia[6]

Tabla 41. Diseño Hidráulico de Tubería Parcialmente Llena Datos-Ecuaciones

Dato	Ecuación	Simbología
Área en régimen hidráulico	$A = 0.125 * (\theta rad - Sen\theta) * do^2$	<p>Θ rad: Ángulo formado en radianes y grados</p> <p>do: Diámetro (orificio interno), de diseño (m)</p>
Contorno mojado	$P_m = 0.5 * \theta * do$	<p>Θ: Ángulo expresado en radianes</p> <p>do: Diámetro u orificio inicial (metros)</p>
Radio en condición hidráulica	$R_h = \frac{A}{P_m}$	<p>A: Área calculada con los criterios de ángulo (m²)</p> <p>Pm: Perímetro mojado expresado en metros</p>
Energía específica	$E = Yno + \frac{V^2}{2 * 9.81}$	<p>Yno: Tirante normal de la sección en (m), siendo V (velocidad en m/s)</p>
# de Froude	$\#F = \frac{V}{\sqrt{9.81 * D}}$	D: Profundidad o altura hidráulica,
Profundidad hidráulica	$D = \frac{A}{T}$	T: Ancho superficial
Ancho superficial	$T = sen(0.5\theta)do$	<p>Θ: ángulo expresado en grados</p> <p>do: Diámetro inicial (m)</p>
Tensión tractiva	$\tau = p * g * Rh * Pd$	<p>p: Densidad del agua (1000 Kg/m³)</p> <p>g: Gravedad</p> <p>Rh: Radio hidráulico</p> <p>Pd: Pendiente de cada intervalo de pozo a pozo</p>

Fuente: Manual de diseño y construcción de sistemas con dominicales de alcantarillado sanitario. Programa de Agua y Saneamiento. Bolivia[6]

2.5.FASE 3: Evaluación de la planta de Tratamiento

2.5.1. Descripción de las Características Generales y Físicas.

Las características Generales y Físicas del proyecto radican en una descripción rápida y básica de la ubicación de la planta de tratamiento, área de ocupación, la población beneficiada, actividad socioeconómica, así como un análisis en campo de los componentes existentes en nuestra planta de tratamiento.

2.5.2. Operación y Mantenimiento Actual de la Planta de Tratamiento

Dentro de este parámetro se indica el modo de operación y mantenimiento, así como el personal de laboratorio y cuidado de la PTAR describiendo brevemente las instalaciones.

2.5.3. Diagnóstico de las Estructuras

El estado de la PTAR es un trabajo netamente de campo y se lo realiza en función de visitas de campo y de acuerdo al orden y tren de funcionamiento de cada estructura diagnosticando e identificando fisuras, filtraciones, daños en las estructuras, estancamiento de residuos entre otros.

2.5.4. Evaluación del Funcionamiento de la Planta de Tratamiento

Para evaluar el correcto funcionamiento de la Planta de Tratamiento debemos analizar la eficiencia de remoción de contaminantes de las aguas a tratar.

2.5.4.1.Eficiencia de Remoción

En este punto se recogen muestras de contaminantes con envases apropiados y dentro de las condiciones adecuadas de temperatura, homogenizando el agua residual que garantiza que las características físico- químicas no se vean alteradas, tanto en la

entrada y salida de la PTAR. Los parámetros a analizarse son físicos, químicos y microbiológicos entre los cuales tenemos:

- ✓ pH
- ✓ Temperatura
- ✓ Sólidos Suspendidos
- ✓ Oxígeno Disuelto
- ✓ DQO (demanda química de oxígeno)
- ✓ Turbidez
- ✓ Coliformes Fecales
- ✓ Coliformes Totales

Antes de la toma única de muestras se debe realizar una medición de caudales con el objetivo de obtener el punto crítico donde nuestra PTAR se encuentra en su máximo funcionamiento. Para ello debemos tomar muestras de caudales durante una semana lunes – viernes con un horario de 8h00 am – 17h00 pm cronometrando el respectivo aforo de volumen y aplicando el método de Caudal= Volumen/ Tiempo.

2.5.5. Evaluación de los Componentes de la PTAR

La evaluación de los componentes de la PTAR radica en un análisis previo del porcentaje de remoción de contaminantes y la determinación de la vida remanente de la PTAR.

2.5.5.1. Porcentaje de Remoción de Contaminantes

La evaluación de los diferentes componentes de la PTAR se lo realiza en función de los porcentajes de remoción de sólidos en suspensión total y DBO que deberán ser comparados con los valores recomendados en el manual de Diseño de la PTAR (Metcalf and Eddy, 1985) y recomendando el tren de tratamiento respectivo en la PTAR en evaluación.

2.5.5.2. Determinación de la vida remanente de la PTAR

El valor y cálculo de la vida remanente de la PTAR se lo realiza de acuerdo al cumplimiento del tiempo de retención establecido en la norma EX IEOS donde se aplica la evaluación de la capacidad de tratamiento de la unidad de filtración anaeróbica #1.

Para ello necesitamos el cálculo del caudal y diseño de nuestro Filtro Anaerobio de Flujo Descendente para compararlo con el caudal estimado de evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado existente

Tabla 42. Determinación de la vida remanente de una PTAR

Determinación de la vida remanente de la PTAR	
Volumen Total del Filtro	$VTF = \frac{1.6. (D. A. P) (Cf R A. S.) TRH}{1000}$ <p> VTF = Volumen Total del Filtro TRH = Tiempo de retención hidráulica Cf. RA.S.= Coeficiente de retorno D.A.P= Dotación de Agua Potable </p>
Caudal sanitario de diseño de FAFA	$Q_{sanitario} = \frac{(P). (D. A. P.) (Cf R. A. S.)}{86400}$ <p> P= Población Cf. RA.S.= Coeficiente de retorno D.A.P= Dotación de Agua Potable Q_{sanitario}= Caudal sanitario de Diseño de FAFA </p>

Fuente: METCALF & EDDY [24]

2.6. FASE 4: Fase Técnica

2.6.1. Presupuesto Referencial

Se analiza los rubros y el presupuesto necesario para poder efectuar el proyecto de alcantarillado de manera que se encuentren enmarcados a la realidad y condiciones del proyecto.

2.6.2. Especificaciones Técnicas

Son los documentos o conjunto de normas, disposiciones, requisitos, condiciones constructivas formas de pago, etc. que se establece en los rubros determinados en nuestro presupuesto referencial para la contratación y ejecución de la obra.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.FASE 1

3.1.1. Inspección del Lugar

La parroquia Quinchicoto perteneciente al cantón Tisaleo provincia de Tungurahua, se caracteriza por ser una de las parroquias más grandes del cantón, siendo su actividad productiva y económica la agricultura y ganadería. Fue fundada en 1992 bajo el Registro Oficial N.º 914 13 de abril de 1992 – Ministerio de Gobierno) mediante Ordenanza se expresa “Los Caseríos y Barrios que conforman la parroquia son: La Unión, Santa Marianita, San Vicente, Quinchicoto Alto y San Miguel.[30]

Dentro de la Parroquia Quinchicoto según la información sistematizada en el Plan de Ordenamiento Territorial POT 2014 del 28,08 % de la cobertura predial en alcantarillado cantonal, apenas el 2,5 % cubre la parroquia Quinchicoto, cuya red de distribución se resume Quinchicoto centro 1761,294 m y Quinchicoto Rural 2166,652 m de tubería. [30]

Los sectores Cullualo y San Miguel son parte de la parroquia Quinchicoto que tienen la necesidad de servicios básicos tales como infraestructura vial y sanitaria ya que constan de caminos de tercer orden, los mismos que no pueden ser intervenidos con obras de infraestructura vial debido a la inexistencia de un proyecto de alcantarillado.[30]

La planta de tratamiento a cargo de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado perteneciente a la parroquia se encuentra ubicada en el sector San Vicente cuya agua tratada es vertida a una quebrada del sector, la misma que debe cumplir con los requerimientos básicos de tratamiento de agua residuales. [30]

3.1.2. Muestreo Poblacional

Quinchicoto de acuerdo al último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos tiene una población de 1306 habitantes de donde el 48.47 % son

hombres y el 51.53% son mujeres. De acuerdo a esos datos se indica que los grupos poblacionales son variados distribuyéndose de la siguiente manera. [30]

Tabla 43.Distribución Poblacional de la Parroquia Quinchicoto.

Población Parroquial	Hombres	Mujeres	Subtotal	TOTAL
Población Habitantes	633	673		1306
Población 0 a 4 años	42	35	77	
Población 5 a 14 años	98	101	199	
Población 15 años a 64 años	402	453	855	
Población de 65 a mayores	91	84	175	
TOTAL	633	673	1306	

Fuente: Contenidos del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia rural de Quinchicoto.[30]

- ✓ Los sectores beneficiados en conjunto aglomeran 50 viviendas aproximadamente

Figura 32. Parroquia Quinchicoto.



Fuente: <https://tungurahuquinchicot.wixsite.com/quinchicoto>

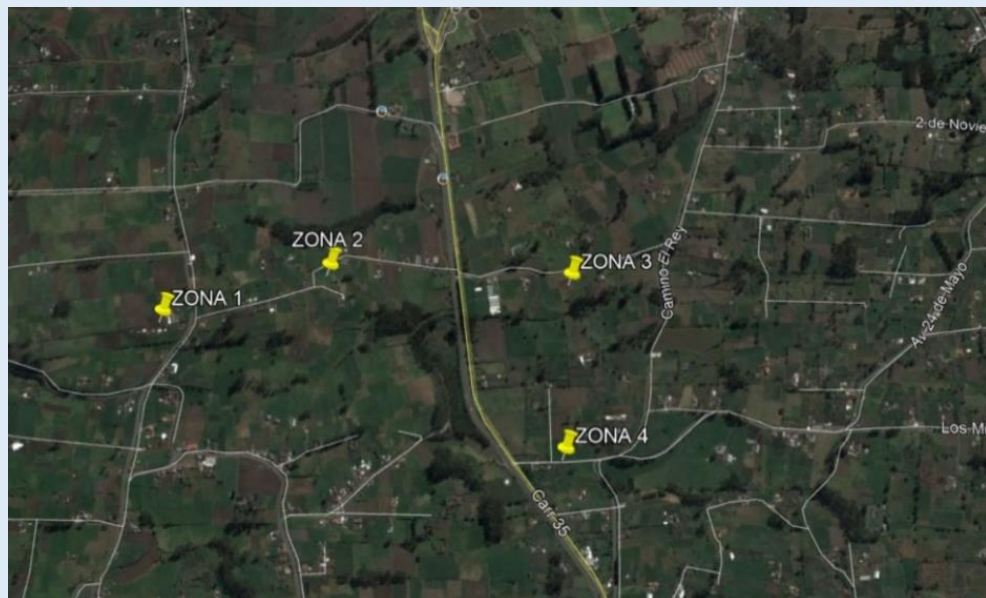
3.1.3. Características de la Zona del Proyecto

3.1.3.1. Ubicación

La parroquia Quinchicoto perteneciente al cantón Tisaleo provincia de Tungurahua se encuentra ubicada en la zona oriental de la cabecera cantonal aproximadamente a 5 km de la cabecera cantonal y 12,7 km en relación de la capital de Tungurahua Ambato. [30]

Tabla 44. Ubicación de las Zonas en Estudio de la Parroquia Quinchicoto.

RED DE ALCANTARILLADO SECTORES CULLUALO-SAN MIGUEL					
Provincia			Tungurahua		
Cantón			Tisaleo		
Parroquia			Quinchicoto		
<u>Sectores</u>					
CULLUALO			SAN MIGUEL		
	Norte	Este		Norte	Este
Zona 1	9847576.52	760642.44	Zona 3	9847787.28	761738.49
Zona 2	9847749.88	761076.01	Zona 4	9847315.88	761771.65



Fuente: El autor

3.1.3.2. Relieve

La parroquia Quinchicoto se encuentra localizada a lo largo de la Cordillera Occidental presentando relieves que se caracterizan por ser laderas, valles, llanuras, montañosos, escarpados, etc. La cabecera parroquial hacia la panamericana presenta relieves característicos de los valles interandinos, los páramos del Carihuairazo presenta un relieve escarpado y montañoso y las colinas del Puñalica un relieve irregular considerándose que la parroquia tiene un relieve variado a lo largo de la parroquia. [30]

Figura 33. Ejemplo de Relieve de la Parroquia Quinchicoto.



Fuente: <https://tungurahuatourismo.com/es-ec/tungurahua/tisaleo/montanas-cerros/punalica-a1yv84w89>

3.1.3.3. Medio Biofísico

El clima característico de la parroquia es el Ecuatorial de Alta Montaña 4 y 8 grados centígrados con una pequeña incidencia del Ecuatorial Semihúmedo que fluctúa entre los 12-20 grados centígrados, las precipitaciones dentro de la parroquia ronda entre los 800 a 1000 mm en la zona media alta y 600-800 mm en la zona media baja teniendo los meses de mayor precipitación entre el mes de mayo y junio. [30]

Figura 34. Ejemplo de Medio Físico de la Parroquia Quinchicoto.



Fuente: <https://tungurahuatourismo.com/es-ec/tungurahua/tisaleo/rurales/quinchicoto-aibuxhoae>

3.1.3.4.Actividad Económica

La parroquia Quinchicoto se caracteriza por tener dos sectores económicos bien marcados como son la agricultura donde los agricultores se dedican al cultivo tanto de ciclo corto y largo, la ganadería con la producción de productos cárnicos y lácteos en beneficio del cantón y la provincia. El turismo ha tomado fuerza dentro de la parroquia con recorridos a senderos ecológicos característicos como el del cerro Puñalica. [30]

Figura 35.Ejemplo de Actividad Económica de la Parroquia Quinchicoto.



Fuente: <https://tungurahuatourismo.com/es-ec/tungurahua/tisaleo/rurales/quinchicoto-aibuxhoae>

3.1.3.5.Componente Socio Cultural

La Parroquia Quinchicoto se encuentra dentro de un índice de pobreza de 70,20% y en pobreza extrema el 10,34% de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos por lo que se dan problemas sociales como la emigración de los pobladores permanente y temporalmente en búsqueda de mejores condiciones de vida a ciudades densamente pobladas considerándose un problema en las actividades características del sector como la agricultura y ganadería. [30]

Figura 36.Ejemplo de Componente Social de la Parroquia Quinchicoto.



Fuente: <https://www.gadquinchicoto.gob.ec/actividad-economicablog/agropecuaria.html>

3.1.3.6.Educación

El porcentaje de analfabetismo de la parroquia Quinchicoto es de 5,15% de acuerdo a Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE, el mismo que se ha ido reduciendo a través de los años así mismo hasta el periodo educativo 2013-2014 se contaba con dos establecimientos educativos: La Escuela Vicente Rocafuerte ubicado en el centro parroquial y la escuela Rafael Cruz ubicado en el caserío Santa Marianita, los mismos que son de tipo fiscal Hispana cuya jornada es matutina. [30]

Figura 37.Escuela Vicente Rocafuerte



Fuente: <https://tungurahuatorismo.com/es-ec/tungurahua/tisaleo/rurales/quinchicoto-aibuxhoae>

3.1.3.7.Servicios Básicos

Agua Potable

La Parroquia Quinchicoto posee un sistema de agua potable cuya administración está a cargo de la Junta Administradora que brinda dicho servicio al 96,46% de las viviendas con una red aproximada de 17563,97 m de longitud. [30]

Mientras el censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC establece la Tabla 44.

Tabla 45.Procedencia de suministro de agua de la Parroquia Quinchicoto.

Procedencia principal del agua recibida	Casos	Porcentaje %
De red pública	274	72,3
De pozo	1	0,26
De río, vertiente, acequia o canal	99	26,12
Otro (Agua lluvia/albarrada)	5	1,32
Total	379	100

Fuente: Contenidos del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia rural de Quinchicoto. [30]

Alcantarillado

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial se constataba que existía 28,08 % de la cobertura predial en alcantarillado cantonal, y solo el 2,5 % pertenecía la parroquia Quinchicoto existiendo una red en el casco central de 1761,294 m y en el sector rural 2166.652. De acuerdo al censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC el 21,64% de las viviendas se encontraban conectadas a la red pública de alcantarillado mientras que el 35.88% estaba destinado a un pozo ciego. [30]

Tabla 46.Tipo de Servicio Sanitario de la Parroquia Quinchicoto

Tipo de servicio higiénico o escusado	Casos	Porcentaje %
Conectado a red pública de alcantarillado	82	21.64
Conectado a pozo séptico	118	31.13
Conectado a pozo ciego	136	35.88
Letrina	28	7.39
No tiene	15	3,96
Total	379	100

Fuente: Contenidos del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia rural de Quinchicoto. [30]

Desechos Sólidos

La principal forma de eliminación de desechos sólidos es a través del carro recolector registrándose en el 50,66% de viviendas mientras que el resto de porcentaje utiliza métodos alternativos de eliminación de dichos sólidos. [30]

Tabla 47. Forma de Eliminación de basura de la Parroquia Quinchicoto

Eliminación de la basura	Casos	Porcentaje %
Por carro recolector	192	50,66
La arrojan en terreno baldío o quebrada	11	2,90
La queman	155	40,90
La entierran	17	4,49
La arrojan al río, acequia o canal	1	0,26
De otra forma	3	0,79
Total	379	100

Fuente: Contenidos del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia rural de Quinchicoto. [30]

Energía Eléctrica

De acuerdo al censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC el 95,74% de las viviendas de la parroquia poseen medidor de energía individual, el 3,5% de uso compartido mientras que el 0,8% no posee este servicio. [30]

Figura 38. Ejemplificación de Servicios Básicos



Fuente: <http://lacomu32.blogspot.com/2015/11/los-servicios-basicos.html>. [30]

Vías y Transporte

La parroquia se comunica y transporta a través de carros particulares además del uso del sistema de transporte que brindan las empresas de la cabecera cantonal, sea en líneas de buses y camionetas.

La parroquia Quinchicoto cuenta con 48,27 km de vías. De la red vial la mayoría de las vías son de competencia provincial con el 87,69 % del total vial, el 7,06 % de la red vial corresponde a la competencia Municipal y el 5,24 % de las vías corresponde a la vía primaria de la Red Estatal. [30]

Figura 39. Panamericana Sur E35



Fuente: El autor

3.2.FASE 2 Diseño del sistema del Alcantarillado

3.2.1. Cálculo del Periodo de Diseño

El periodo de diseño considerado es de 20 años

a) En función de la Población

Tabla 5. Valores de período de diseño, según la Norma Boliviana

Población	Período(años)
1000-15000	15
15001-50000	15-20
>50001	30

Fuente: Metodología de diseño del drenaje urbano[8]

b) En función de los componentes

Tabla 6. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema

Componentes		Vida Útil (años)
Diques grandes y túneles		50 a 100
Obras de captación		25 a 50
Pozos		10 a 25
Conducciones de hierro dúctil		40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC		20 a 30
Planta de Tratamiento		30 a 40
Tanques de Almacenamiento		30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	De hierro dúctil	40 a 50
	De asbesto cemento o PVC	20 a 25

Fuente: Norma CO 10.7-601[12]

Tabla7. Valores de período de diseño, según la Norma Boliviana

Componentes y/o Equipos	Período (años)
Tuberías principales y secundarias	20 – 30
Colectores, Emisarios	30 – 50
Equipos mecánicos	5 – 10
Equipos eléctricos	10 – 15
Equipos con combustión	5 - 10

Fuente : Metodología de Diseño del Drenaje Urbano[8]

3.2.2. Cálculo de la Población de Diseño

De acuerdo al conteo poblacional, dentro del área beneficiada existen alrededor de 50 viviendas en los dos sectores Cullualo-San Miguel.

Tabla 48.Población de Diseño

Código	Nombre del cantón	Total, de personas	Total, de hogares	Promedio de personas por hogar
1809	Tisaleo	12129	3337	3.63

Fuente. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (INEC); Censo de Población y Vivienda (CPV 2010)

Pa = # de viviendas* Promedio de personas por hogar

$$Pa = 50 * 3.63$$

$$Pa = 181.5$$

$$Pa = 182$$

3.2.3. Cálculo de la Tasa de Crecimiento

El método de diseño será el geométrico debido a que los datos proporcionados se encuentran de acuerdo a los requerimientos previos de este método.

Método Geométrico

$$r (\%) = \left[\frac{\frac{Pf}{Pi} - 1}{n} \right] \times 100 \quad \text{Ecuación 4: [9]}$$

$$Pf = 12137$$

$$Pi = 10525 \text{ habitantes}$$

$$n = 2010 - 2001 = 9 \text{ años}$$

$$r (\%) = \left[\frac{\frac{12137}{10525} - 1}{9} \right] \times 100$$

$$r (\%) = 1.7\%$$

3.2.4. Cálculo de la Población Futura

Para el cálculo de la población futura continuaremos con los parámetros del método geométrico.

$$Pf = Pa \times (1 + r)^n \quad \text{Ecuación 2.[8]}$$

$$r (\%) = 1.7\%$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$Pa = 182$$

$$Pf = 182 \times (1 + 1.7\%)^{20}$$

$$Pf = 254.97$$

$$Pf = 255$$

3.2.5. Cálculo de la Densidad Poblacional

Densidad Poblacional Futura

$$DPF = \frac{Pf}{\text{Área de proyecto}}$$

Donde:

$DPF =$

$Pf = 255$

$A = 13.76 \text{ Ha}$

$$DPF = \frac{255}{13.76 \text{ Ha}}$$

$$DPF = 18.53$$

Para un mejor diseño se tomará el dato proporcionado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC en su tabla de densidad Poblacional a Nivel Parroquial.

Tabla 49. Densidad Poblacional

Nombre de provincia	Nombre de cantón	Nombre de parroquia	Población	Superficie de la parroquia (km ²)	Densidad Poblacional
TUNGURAHUA	TISALEO	QUINCHICOTO	1,306	29.00	45.03

Fuente. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (INEC); Censo de Población y Vivienda (CPV 2010)

3.2.6. Cálculo del Suministro de Agua Potable

La dotación o suministro de agua se tomó en función del consumo y necesidad de la población en estudio para tener un estimativo de cuanta cantidad de agua puede descargarse en nuestro sistema de alcantarillado.

$$Da = 150 \text{ lts/hab/día (Categoría I clase Obrera)}$$

$$Df = Da + 1\text{lt/ hab /día} * n$$

$$Df = 150 \text{ lts/hab/dia} + (\text{lts/hab/dia} * 20)$$

$$\mathbf{Df = 170 \text{ lts/hab/dia}}$$

3.2.7. Resultados del Cálculo de Caudales de Agua Potable

3.2.7.1. Cálculo del Caudal Medio Diario Sanitario (Qmds) P1-P2

El caudal Medio Diario Sanitario debe estar en función en la Población futura y Dotación futura calculada en este caso analizaremos el tramo P1-P2.

$$Pf = 15 \text{ hab}$$

$$Df = 170 \text{ lts/hab/día}$$

$$Qmd_{AP} = \frac{Pf * Df}{86400}$$

$$Qmd_{AP} = \frac{15 \text{ hab} * 170\text{lt/seg/hab}}{86400}$$

$$Qmd_{AP} = 0.029 \text{ lt/seg}$$

3.2.7.2. Cálculo del Caudal medio diario de evacuación

El caudal medio diario de evacuación está en función del Caudal Medio Sanitario multiplicado por el coeficiente de retorno que permite tener un cálculo acercado a la realidad.

$$Qmd_{AP} = 0.029 \text{ lt/seg}$$

$$Qmd = C * Qmd_{AP}$$

$$Qmd = 0.8 * 0.029 \text{ lt/seg}$$

$$Qmds = 0.023 \text{ lt/seg}$$

3.2.8. Resultados del Cálculo de Caudales de Diseño de Alcantarillado

3.2.8.1. Cálculo del Coeficiente de Mayoración

Para determinar el coeficiente de mayoración utilizamos Harmon puesto que nos indica que esta recomendada para poblaciones de 1000 a 10000 habitantes, aunque no existe limitaciones para este método

Coeficiente de Harmon

$$k = 1 + \frac{14}{4 * \sqrt{Pf}}$$

$$k = 1 + \frac{14}{4 * \sqrt{0.255}}$$

$$k = 7.93$$

Debido a que el coeficiente de mayoración supera los límites se debe tomar el máximo que es

$$k=3.8$$

3.2.8.2.Cálculo del Caudal Instantáneo (QI)

Tomando en cuenta los factores propios para el cálculo del Caudal Instantáneo entre factores y condiciones de consumo tenemos:

$$k = 3.8$$

$$Q_{mds} = 0.023 \text{ lt/seg}$$

$$Q_i = k * Q_{mds}$$

$$Q_i = 3.8 * 0.023 \text{ lt/seg}$$

$$Q_i = 0.08 \text{ lt/seg}$$

3.2.8.3.Cálculo del Caudal por Infiltración

De acuerdo al nivel Freático existente y a la longitud de la tubería tenemos:

L = 40 m (Debido a que el proyecto en diversos tramos se toma la longitud del P1-P2)

I = 0.0005 (Nivel Freático Bajo Valor obtenido en la Tabla 12. Valores de Infiltración de Tuberías)

$$Q_{inf} = I * L$$

$$Q_{inf} = 0.0005 * 40 \text{ m}$$

$$Q_{inf} = 0.02 \text{ lt/sg}$$

3.2.8.4.Cálculo del Caudal por Conexiones Erradas

Para nuestro proyecto tomamos un estimativo del 10% del Caudal Máximo Instantáneo por conexiones fallidas o erróneas que puedan existir el proceso constructivo.

$$Q_i = 0.08 \text{ lt/seg}$$

$$Q_e = (5\% - 10\%) * Q_i$$

$$Q_e = (10\%) * 0.08 \text{ lt/sg}$$

$$Q_e = 0.01 \text{ lt/seg}$$

3.2.8.5.Cálculo del Caudal de Diseño

El caudal de Diseño es la suma de los caudales de infiltración, conexiones erróneas y el aporte de aguas residuales obteniéndose los siguientes datos:

$$Q_i = 0.08 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{inf} = 0.02 \text{ lt/sg}$$

$$Q_e = 0.01 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{DT} = Q_i + Q_{inf} + Q_e$$

$$Q_{DT} = 0.08 \text{ lt/sg} + 0.02 \text{ lt/sg} + 0.01 \text{ lt/sg}$$

$$Q_{DT} = 0.11 \text{ lt/sg}$$

3.2.9. Cálculo de Caudales por Tramos

Tabla 50. Cálculo de Caudales por Tramos Sector Cullualo Zona 1.

IDENTIFICACIÓN	LONGITUD			AGUA POTABLE								ALCANTARILLADO SANITARIO								
	No	Parcial	Acumulada	AREA DEAPORTE		DENSIDAD	POBLACION FUTURA		DOTACION	CAUDAL MEDIO DIARIO (Qmd)		COEF.	COEF.	Q1		CONEXIÓN ERRADA		CAUDAL INFILTRACION		Q diseño
TRAMO	POZO	(m)	(m)	PARCIAL	ACUMULADA	POBLACION	PARCIAL	ACUMULADO	FUTURA	PARCIAL	ACUMULADA	RETORNO	MAYORA.	PARCIAL	ACUMULADA	PARCIAL	ACUMULADA	PARCIAL	ACUMULADA	tramo
(CALLE)				(Ha)	(Ha)	hab/Ha	(hab)	(hab)	l/hab/d	(l/s)	(l/s)	CR	M	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
CULLUALO - ZONA 1	P1																			0.06
		40.00	40.00	0.32	0.32	45.00	14.40	14.40	170.00	0.0227	0.0227	0.80	3.80	0.0861	0.0861	0.0133	0.0133	0.0200	0.0200	0.1195
	P2																			
		40	80.00	0.29	0.61	45.00	13.05	27.45	170.00	0.0205	0.0432	0.80	3.80	0.0781	0.1642	0.0121	0.0254	0.0020	0.0040	0.1936
	P3																			
		38.00	38.00	0.22	0.83	45.00	9.90	37.35	170.00	0.0156	0.0588	0.80	3.80	0.0592	0.2234	0.0092	0.0346	0.0190	0.0190	0.2770
P4																				
	4.80	122.80	0.01	0.84	45.00	0.45	37.80	170.00	0.0007	0.0595	0.80	3.80	0.0027	0.2261	0.0004	0.0350	0.0002	0.0061	0.2672	
P5																				
	122.80			0.84																0.92

Fuente: El Autor

Tabla 51. Cálculo de Caudales por Tramos Sector Cullualo Zona 2.

IDENTIFICACIÓN	AGUA POTABLE										ALCANTARILLADO SANTARRO										
	LONGITUD		ÁREA DE APORTE		DENSIDAD	POBLACIÓN FUTURA		DOTACION	CAUDAL MEDIO DIARIO (Q _{md})		COE.	COE.	Q1		CONEXIÓN ERRADA		CAUDAL INFILTRACION		Q _{desfil}		
	No	Parcial	Acumulada	PARCIAL	ACUMULADA	POBLACION	PARCIAL	ACUMULADO	FUTURA	PARCIAL	ACUMULADA	RETORNO	MAYORA.	PARCIAL	ACUMULADA	PARCIAL	ACUMULADA	PARCIAL	ACUMULADA	tramo	
TRAMO	POZO	(m)	(m)	(ha)	(ha)	(hab/ha)	(hab)	(hab)	(l/hab/d)	(l/s)	(l/s)	CR	M	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	
CULLUALO - ZONA 2	P6	30.00	30.00	0.24	0.24	45.00	10.80	10.80	170.00	0.0170	0.0170	0.8000	3.8000	0.0646	0.0646	0.0100	0.0100	0.0015	0.0015	0.0761	
	P7	45.00	75.00	0.36	0.60	45.00	16.20	27.00	170.00	0.026	0.043	0.800	3.800	0.097	0.162	0.015	0.025	0.002	0.004	0.190	
	P8	60.00	135.00	0.48	1.08	45.00	21.60	48.60	170.00	0.034	0.077	0.800	3.800	0.129	0.291	0.020	0.045	0.003	0.007	0.342	
	P9	60.00	195.00	0.45	1.53	45.00	20.25	68.85	170.00	0.032	0.108	0.800	3.800	0.121	0.412	0.019	0.064	0.003	0.010	0.485	
	P10	55.00	250.00	0.42	1.95	45.00	18.90	87.75	170.00	0.030	0.138	0.800	3.800	0.113	0.525	0.018	0.081	0.003	0.013	0.619	
	P11	50.00	300.00	0.40	2.35	45.00	18.00	105.75	170.00	0.028	0.166	0.800	3.800	0.108	0.633	0.017	0.098	0.003	0.015	0.745	
	P12	7.94	307.94	0.07	2.42	45.00	3.15	108.90	170.00	0.005	0.171	0.800	3.800	0.019	0.651	0.003	0.101	0.000	0.015	0.768	
	P13	30.00	337.94	0.20	2.62	45.00	9.00	117.90	170.00	0.014	0.186	0.800	3.800	0.054	0.705	0.008	0.109	0.002	0.017	0.831	
	P14	8.00	345.94	0.08	2.70	45.00	3.60	121.50	170.00	0.006	0.191	0.800	3.800	0.022	0.727	0.003	0.113	0.000	0.017	0.857	
	P15	30.00	375.94	0.24	2.94	45.00	10.80	132.30	170.00	0.017	0.208	0.800	3.800	0.065	0.791	0.010	0.123	0.002	0.019	0.933	
	P16	40.00	415.94	0.29	3.23	45.00	13.05	145.35	170.00	0.021	0.229	0.800	3.800	0.078	0.869	0.012	0.135	0.002	0.021	1.025	
	P17	20.00	435.94	0.14	3.37	45.00	6.30	151.65	170.00	0.010	0.239	0.800	3.800	0.038	0.907	0.006	0.140	0.001	0.022	1.069	
	P18	20.00	455.94	0.19	3.56	45.00	8.55	160.20	170.00	0.013	0.252	0.800	3.800	0.051	0.958	0.008	0.148	0.001	0.023	1.129	
	P19	30.12	486.06	0.24	3.80	45.00	10.80	171.00	170.00	0.017	0.269	0.800	3.800	0.065	1.023	0.010	0.158	0.002	0.024	1.205	
	P20	60.00	546.06	0.48	4.28	45.00	21.60	192.60	170.00	0.034	0.303	0.800	3.800	0.129	1.152	0.020	0.178	0.003	0.027	1.358	
	P21	60.00	606.06	0.49	4.77	45.00	22.05	214.65	170.00	0.035	0.338	0.800	3.800	0.132	1.284	0.020	0.199	0.003	0.030	1.513	
	P22	84.00	690.06	0.51	5.28	45.00	22.95	237.60	170.00	0.036	0.374	0.800	3.800	0.137	1.421	0.021	0.220	0.004	0.035	1.676	
	P23	80.00	770.06	0.22	5.50	45.00	9.90	247.50	170.00	0.016	0.390	0.800	3.800	0.059	1.480	0.009	0.229	0.004	0.039	1.748	
	P24	15.00	785.06	0.04	5.54	45.00	1.80	249.30	170.00	0.003	0.392	0.800	3.800	0.011	1.491	0.002	0.231	0.001	0.039	1.761	
	P25	35.00	820.06	0.05	5.59	45.00	2.25	251.55	170.00	0.004	0.396	0.800	3.800	0.013	1.505	0.002	0.233	0.002	0.041	1.779	
	P26	12.00	832.06	0.02	5.61	45.00	0.90	252.45	170.00	0.001	0.397	0.800	3.800	0.005	1.510	0.001	0.234	0.001	0.042	1.785	
	P27	40.00	872.06	0.03	5.64	45.00	1.35	253.80	170.00	0.002	0.400	0.800	3.800	0.008	1.518	0.001	0.235	0.002	0.044	1.797	
	P28	49.92	921.98	0.12	5.76	45.00	5.40	259.20	170.00	0.009	0.408	0.800	3.800	0.032	1.550	0.005	0.240	0.002	0.046	1.836	
	P29	33.92	955.90	0.15	5.91	45.00	6.75	265.95	170.00	0.01	0.419	0.800	3.800	0.040	1.591	0.006	0.246	0.002	0.048	1.885	
	P30	19.01	974.91	0.06	5.97	45.00	2.70	268.65	170.00	0.00	0.423	0.800	3.800	0.016	1.607	0.003	0.249	0.001	0.049	1.904	
	P31	12.00	986.91	0.07	6.04	45.00	3.15	271.80	170.00	0.00	0.428	0.800	3.800	0.019	1.626	0.003	0.252	0.001	0.049	1.927	
	P32	30.00	1016.91	0.13	6.17	45.00	5.85	277.65	170.00	0.01	0.437	0.800	3.800	0.035	1.661	0.005	0.257	0.002	0.051	1.969	
	P33	55.00	1071.91	0.18	6.35	45.00	8.10	285.75	170.00	0.01	0.450	0.800	3.800	0.048	1.709	0.008	0.265	0.003	0.054	2.027	
	P34	30.00	1101.91	0.07	6.42	45.00	3.15	288.90	170.00	0.00	0.455	0.800	3.800	0.019	1.728	0.003	0.268	0.002	0.055	2.051	
	P35	40.00	1141.91	0.09	6.51	45.00	4.05	292.95	170.00	0.01	0.461	0.800	3.800	0.024	1.752	0.004	0.271	0.002	0.057	2.081	
	P36	30.00	1171.91	0.08	6.59	45.00	3.60	296.55	170.00	0.01	0.467	0.800	3.800	0.022	1.774	0.003	0.275	0.002	0.059	2.107	
	P37	54.78	1226.69	0.15	6.74	45.00	6.75	303.30	170.00	0.01	0.477	0.800	3.800	0.040	1.814	0.006	0.281	0.003	0.061	2.156	
	P38	28.52	1255.21	0.10	6.84	45.00	4.50	307.80	170.00	0.01	0.485	0.800	3.800	0.027	1.841	0.004	0.285	0.001	0.063	2.189	
	P39	14.33	1269.54	0.08	6.92	45.00	3.60	311.40	170.00	0.01	0.490	0.800	3.800	0.022	1.863	0.003	0.288	0.001	0.063	2.214	
	P40	21.65	1291.19	0.08	7.00	45.00	3.38	314.78	170.00	0.01	0.495	0.800	3.800	0.020	1.883	0.003	0.291	0.001	0.065	2.239	
	P41	1291.19			7.00																50.2769

Fuente: El Autor

Tabla 52. Cálculo de Caudales por Tramos Sector San Miguel Zona 3.

IDENTIFICACIÓN	LONGITUD			AGUA POTABLE								ALCANTARILLADO SANITARIO									
	No	Parcial	Acumulada	AREA DE APORTE		DENSIDAD	POBLACION FUTURA		DOTACION	CAUDAL MEDIO DIARIO (Qmd)		COEF.	COEF.	Q1		CONEXIÓN ERRADA		CAUDAL INFILTRACION		Q diseño	
TRAMO	POZO	(m)	(m)	PARCIAL	ACUMULADA	POBLACION	PARCIAL	ACUMULADO	FUTURA	PARCIAL	ACUMULADA	RETORNO	MAYORA.	PARCIAL	ACUMULADA	PARCIAL	ACUMULADA	PARCIAL	ACUMULADA	tramo	
(CALLE)				(Ha)	(Ha)	hab/Ha	(hab)	(hab)	l/hab/d	(l/sg)	(l/sg)	CR	M	(l/sg)	(l/sg)	(l/sg)	(l/sg)	(l/sg)	(l/sg)	(l/sg)	
SAN MIGUEL - ZONA 3	P42																				
		50.00	50.00	0.40	0.40	45.00	18.00	18.00	170.00	0.03	0.03	0.80	3.80	0.1077	0.1077	0.0167	0.0167	0.0025	0.0025	0.1268	
	P43																				
		50.00	100.00	0.40	0.80	45.00	18.00	36.00	170.00	0.03	0.06	0.80	3.80	0.1077	0.2153	0.0167	0.0333	0.0025	0.0050	0.2537	
	P44																				
		25.00	125.00	0.20	1.00	45.00	9.00	45.00	170.00	0.01	0.07	0.80	3.80	0.0538	0.2692	0.0083	0.0417	0.0013	0.0063	0.3171	
	P45																				
		30.01	155.01	0.23	1.23	45.00	10.35	55.35	170.00	0.02	0.09	0.80	3.80	0.0619	0.3311	0.0096	0.0513	0.0015	0.0078	0.3901	
	P46																				
		14.99	170.00	0.11	1.34	45.00	4.95	60.30	170.00	0.01	0.09	0.80	3.80	0.0296	0.3607	0.0046	0.0558	0.0007	0.0085	0.4250	
	P47																				
		30.00	200.00	0.25	1.59	45.00	11.25	71.55	170.00	0.02	0.11	0.80	3.80	0.0673	0.4280	0.0104	0.0663	0.0015	0.0100	0.5042	
	P48																				
		30.00	230.00	0.25	1.84	45.00	11.25	82.80	170.00	0.02	0.13	0.80	3.80	0.0673	0.4953	0.0104	0.0767	0.0015	0.0115	0.5834	
	P49																				
		30.00	260.00	0.15	1.99	45.00	6.75	89.55	170.00	0.01	0.14	0.80	3.80	0.0404	0.5356	0.0063	0.0829	0.0015	0.0130	0.6316	
	P50																				
		40.00	360.00	0.20	2.37	45.00	9.00	106.65	170.00	0.01	0.17	0.80	3.80	0.0538	0.6379	0.0083	0.0988	0.0020	0.0180	0.7547	
	P51																				
	40.00	400.00	0.32	2.69	45.00	14.40	121.05	170.00	0.02	0.19	0.80	3.80	0.0861	0.7241	0.0133	0.1121	0.0020	0.0200	0.8561		
P52																					
	60.00	460.00	0.48	3.17	45.00	21.60	142.65	170.00	0.03	0.22	0.80	3.80	0.1292	0.8533	0.0200	0.1321	0.0030	0.0230	1.0083		
P53																					
	40.00	500.00	0.33	3.50	45.00	14.85	157.50	170.00	0.02	0.25	0.80	3.80	0.0888	0.9421	0.0138	0.1458	0.0020	0.0250	1.1129		
P54																					
	50.00	550.00	0.40	3.90	45.00	18.00	175.50	170.00	0.03	0.28	0.80	3.80	0.1077	1.0498	0.0167	0.1625	0.0025	0.0275	1.2398		
P55																					
	19.38	569.38	0.15	4.05	45.00	6.75	182.25	170.00	0.01	0.29	0.80	3.80	0.0404	1.0901	0.0063	0.1688	0.0010	0.0285	1.2873		
P56																					
	25.00	594.38	0.09	4.14	45.00	4.05	186.30	170.00	0.01	0.29	0.80	3.80	0.0242	1.1144	0.0038	0.1725	0.0013	0.0297	1.3166		
P57																					
	22.38	616.76	0.05	4.19	45.00	2.25	188.55	170.00	0.00	0.30	0.80	3.80	0.0135	1.1278	0.0021	0.1746	0.0011	0.0308	1.3332		
P58																					
	616.76			4.19																12.1409	
SAN MIGUEL - ZONA 3.1	P59																			0.0060	
		30.00	30.00	0.12	0.12	45.00	5.40	5.40	170.00	0.01	0.01	0.80	3.80	0.0323	0.0323	0.0050	0.0050	0.0015	0.0015	0.0388	
	P60																				
		30.00	60.00	0.06	0.18	45.00	2.70	8.10	170.00	0.00	0.01	0.80	3.80	0.0162	0.0485	0.0025	0.0075	0.0015	0.0030	0.0590	
P50																					
	60.00			0.18																12.2446	

Fuente: El Autor

Tabla 53. Cálculo de Caudales por Tramos Sector San Miguel Zona 4.

IDENTIFICACIÓN	LONGITUD			AGUA POTABLE								ALCANTARILLADO SANITARIO									
	No	Parcial	Acumulada	AREA DEAPORTE		DENSIDAD	POBLACION FUTURA		DOTACION	CAUDAL MEDIO DIARIO (Q _{md})		COEF.	COEF.	Q1		CONEXIÓN ERRADA		CAUDAL INFILTRACION		Q diseño	
TRAMO	POZO	(m)	(m)	PARCIAL	ACUMULADA	POBLACION	PARCIAL	ACUMULADO	FUTURA	PARCIAL	ACUMULADA	RETORNO	MAYORA	PARCIAL	ACUMULADA	PARCIAL	ACUMULADA	PARCIAL	ACUMULADA	tramo	
(CALLE)				(Ha)	(Ha)	hab/Ha	(hab)	(hab)	l/hab/d	(l/s)	(l/s)	CR	M	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	
SAN MIGUEL - ZONA 4	P61	30.00	30.00	0.25	0.25	45.00	1.00	11.25	170.00	0.00	0.02	0.80	3.80	0.0060	0.0673	0.0009	0.0104	0.0015	0.0015	0.0792	
	P62	30.00	60.00	0.24	0.49	45.00	1.00	22.05	170.00	0.00	0.03	0.80	3.80	0.0060	0.1319	0.0009	0.0204	0.0015	0.0030	0.1553	
	P63	60.00	120.00	0.49	0.98	45.00	1.00	44.10	170.00	0.00	0.07	0.80	3.80	0.0060	0.2638	0.0009	0.0408	0.0030	0.0060	0.3106	
	P64	40.00	160.00	0.33	1.31	45.00	1.00	58.95	170.00	0.00	0.09	0.80	3.80	0.0060	0.3526	0.0009	0.0546	0.0020	0.0080	0.4152	
	P65	40.00	200.00	0.24	1.55	45.00	1.00	69.75	170.00	0.00	0.11	0.80	3.80	0.0060	0.4172	0.0009	0.0646	0.0020	0.0100	0.4918	
	P66	200.00		1.55																	1.45

Fuente: El Autor

3.2.10. Cálculo de la Gradiente Hidráulica

El cálculo de nuestra gradiente hidráulica es la gradiente del tramo en diseño P1-P2

$$Pf=3341.12 \text{ m}$$

$$Pi= 3346.31$$

$$Lt= 40 \text{ m}$$

$$S = \frac{Pf - Pi}{Lt}$$

$$S = \frac{3346.31\text{m} - 3341.12\text{m}}{40 \text{ m}}$$

$$S = 0.1297*1000$$

$$S= 129.575 \text{ 0/00}$$

3.2.11. Cálculo de Pendiente Mínima y Máxima

El cálculo de la pendiente máxima y mínima es necesario para garantizar la autolimpieza y evitar problemas de sedimentación para ello se tomaron los siguientes datos para su obtención

Pendiente mínima

$$n = 0.011$$

$$Vmín = 0.6 \text{ (m/s)}$$

$$D = \text{Diámetro de la tubería (m)}$$

$$Smín = \left[\frac{n \times Vmín}{0.397 \times D^{\frac{2}{3}}} \right]^2 \times 100$$

$$Smín = \left[\frac{0.011 \times 0.6}{0.397 \times 0.2^{\frac{2}{3}}} \right]^2 \times 100$$

$$Smín = 0.23\%$$

Se planteará una pendiente mínima de 0.5 % debido a que constructivamente es muy difícil replantear valores pequeños.

Pendiente máxima

$$n = 0.011$$

$$V_{\text{máx}} = 4.5 \text{ (m/s)}$$

$$D = \text{Diámetro de la tubería (m)}$$

$$S_{\text{max}} = \left[\frac{n \times V_{\text{max}}}{0.397 \times D^{\frac{2}{3}}} \right]^2 \times 100$$

$$S_{\text{max}} = \left[\frac{0.011 \times 4.5}{0.397 \times 0.2^{\frac{2}{3}}} \right]^2 \times 100$$

$$S_{\text{max}} = 13.29\%$$

3.2.12. Cálculo o Prediseño del Diámetro de la Tubería

El cálculo del diámetro es vital para que nuestro diseño hidráulico cumpla con los requerimientos técnicos y normativos. La tubería a utilizar es PVC de 200 mm ya que brinda y satisface las necesidades del proyecto.

Diámetro

$$Q = \frac{0.312}{n} * D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde

$$Q = 0.11 \text{ lt/seg (QPLL)}$$

$$n = (\text{PVC} = 0.011)$$

$$D_{\text{cal}} = \text{Diámetro}$$

$$S = 129.575 \text{ 0/00}$$

$$D_{cal} = \left(\frac{Q * n}{0.312 * S^2} \right)^{3/8}$$

$$D_{cal} = \left(\frac{0.011 * 0.011}{0.312 * 0.0125^2} \right)^{3/8}$$

$$D_{cal} = 0.11m$$

Diámetro asumido= 0.20 m

3.2.13. Resultado de los elementos hidráulicos a tubería totalmente llena

Pozo 1- Pozo 2

Los elementos hidráulicos a calcular son el Caudal, velocidad y radio hidráulico a tubería totalmente llena.

3.2.13.1. Cálculo del Caudal a tubería llena

$$Qd = \frac{39}{125 * n} * \phi^{\frac{8}{3}} * Pd^{0.5}$$

$$Qd = 115.96 \text{ lt/seg}$$

3.2.13.2. Cálculo de la Velocidad a tubería llena

$$V_{tll} = \frac{0.397}{n} * \phi^{\frac{8}{3}} * Pd^{0.5}$$

$$V_{tll} = 3.69 \text{ m/s}$$

3.2.13.3. Cálculo del Radio Hidráulico

$$Rh = \frac{D}{4}$$

$$Rh = \frac{0.2}{4}$$

$$Rh = 0.05$$

3.2.14. Cálculo de los Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena

Para entender el comportamiento de nuestra tubería debemos realizar los cálculos de Área hidráulica, perímetro mojado, radio hidráulico, tirante normal, energía específica, ancho superficial, velocidad, profundidad hidráulica, número de Froude tensión tractiva en condiciones de tubería parcialmente llena.

Tabla 54. Cálculo del Tirante Normal, Sección Circular.

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: **QUINCHICOTO** Proyecto: **CULLUALO ZONA 1**
 Tramo: **P1-P2** Revestimiento: **PVC**

Datos:

Caudal (Q): **0.0001195** m³/s
 Diámetro (d): **0.2** m
 Rugosidad (n): **0.013**
 Pendiente (S): **0.125** m/m

Resultados:

Tirante normal (y): **0.0049** m Perímetro mojado (p): **0.0627** m
 Área hidráulica (A): **0.0002** m² Radio hidráulico (R): **0.0032** m
 Espejo de agua (T): **0.0617** m Velocidad (v): **0.5923** m/s
 Número de Froude (F): **3.3071** Energía específica (E): **0.0228** m-Kg/Kg
 Tipo de flujo: **Supercrítico**

Botones: Calcular, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora

Fuente: El autor

3.2.14.1. Cálculo del Área Hidráulica

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{\frac{D}{2} - YN}{\frac{D}{2}}\right)$$

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{0.951}{0.1}\right)$$

$$\beta = 18.01^\circ$$

$$\theta = 18.01^\circ * 2 = 36.02^\circ (0.63\text{rad})$$

$$A = 0.125 * (\theta\text{rad} - \text{Sen}\theta) * do^2$$

$$A = 0.125 * (0.63\text{rad} - \text{Sen}36.02) * 0.2^2$$

$$A = 0.0002096 \text{ m}^2$$

3.2.14.2. Cálculo del Perímetro Mojado

$$P_m = 0.5 * \theta * do$$

$$P_m = 0.5 * 0.63 * 0.2$$

$$P_m = 0.063 \text{ m}$$

3.2.14.3. Cálculo del Radio hidráulico

$$R_h = \frac{A}{P_m}$$

$$R_h = \frac{0.0002096 \text{ m}^2}{0.063 \text{ m}}$$

$$R_h = 0.00332 \text{ m} = 0.33 \text{ cm}$$

3.2.14.4. Verificación del tirante normal

$$\frac{Q * n}{S^{1/2}} = A * Rh^{2/3}$$

$$\frac{0.0001195 * 0.013}{0.125^{1/2}} = 0.0002096 * 0.00332^{2/3}$$

$$0.000004 = 0.000004$$

3.2.14.5. Cálculo de la Velocidad

$$V_N = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

$$V_N = \frac{1}{0.013} * 0.00332^{\frac{2}{3}} * 0.125^{1/2}$$

$$V_N = 0.6 \text{ m/s}$$

$$V_N = 0.6 \text{ m/s} > 0.30 \text{ m/s}$$

3.2.14.6. Cálculo de la Energía Específica

$$E = Yno + \frac{V^2}{2 * 9.81}$$

$$E = 0.0049 + \frac{0.6^2}{2 * 9.81}$$

$$E = 0.023 \text{ kgm/kg}$$

3.2.14.7. Cálculo del Ancho superficial

$$T = \text{sen}(0.5\theta)do$$
$$T = \text{sen}(0.5(36.02)) * 0.2m$$
$$T = 0.0617m$$

3.2.14.8. Cálculo de la Profundidad hidráulica

$$D = \frac{A}{T}$$
$$D = \frac{0.0002096 \text{ m}^2}{0.0617m}$$
$$D = 0.00339 \text{ m}$$

3.2.14.9. Cálculo del Número de Froude

$$\#F = \frac{V}{\sqrt{9.81 * D}}$$
$$\#F = \frac{0.6}{\sqrt{9.81 * 0.00339}}$$
$$\#F = 3.3$$

Flujo supercrítico

3.2.14.10. Cálculo de la Tensión Tractiva

$$\tau = \rho * g * R * S$$

$$\tau = 1000 \text{ kg/m}^3 * 9.81 \text{ m/seg}^2 * 0.00332 \text{ m} * 12.5\%$$

$$\tau = 4.07 \text{ Pa}$$

$$4.07 \text{ Pa} \geq 1 \text{ Pa}$$

3.2.15. Resultados Cálculo de los Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena por Tramos

Tabla 55. Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena Sector Cullualo Zona 1.

IDENTIFICACION TRAMO (CALLE)	No POZO	LONGITUD		AGUA POTABLE					TUBERÍA													H(m)	TENSION TRACTIVA (Pa)	SALTO (m)	COTAS (m)			OBSERVACIONES			CÁLCULOS TRACCIÓN TRACTIVA						
		Parcial (m)	Acumulada (m)	AREA DE APORTE		POBLACION FUTURA		D (mm)	I (‰)	V (m/s)	Q (ls)	OBSERV	PARCIALMENTE LLENA						TERRENO	PROYECTO	CORTE (m)				TIPO DE UNIÓN	MANTENIMIENTO	TUBERÍA DE SALTO	D (mm)	h (mm)	Relación D/2 (mm)	Ángulo α (rad)	Radio Hidráulico Rh (mm)	Tensión Tractiva z				
		PARCIAL (Ha)	ACUMULADA (Ha)	h _{ab} /Ha	h _{ab} (hab)	ACUMULADO (hab)	q/Q						d/D	v/V	v (m/s)	OBSERV	d (cm)																				
CULLUALO-ZONA 1	P1	40.00	40.00	0.32	0.32	3.00	0.96	0.96	0.1195	200	0.129575	129.575000000	125.00	3.69	115.96	Bien	0.001	0.06	0.19	0.69	OK	1.11	5.00	8.84		3346.31	3344.505	1.80	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	11.10827685	100	0.9516408	7.21238274	0.008844184
	P2	40	80.00	0.29	0.61	3.00	0.87	1.83	0.1936	200	0.134775	134.775	134.35	3.83	120.22	Bien	0.002	0.06	0.19	0.72	OK	1.14	5.37	9.78		3341.12	3339.51	1.62	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	11.43737932	100	0.9659112	7.42013260	0.009779538
	P3	38.00	38.00	0.18	0.79	3.00	0.54	2.37	0.2770	200	0.179394737	179.3947368	176.76	4.39	137.90	Bien	0.002	0.06	0.19	0.84	OK	1.17	6.72	13.11		3335.73	3334.13	1.60	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	11.66234412	100	0.9755554	7.56194662	0.013112768
	P4	4.80	122.80	0.01	0.80	3.00	0.03	2.40	0.2672	200	0.255	255	171.67	4.33	135.89	Bien	0.002	0.06	0.19	0.83	OK	1.16	0.82	12.71		3328.91	3327.41	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	11.63856326	100	0.97454	7.54696316	0.012709463
	PS																										3327.69	3326.59	1.10								

Fuente: El autor

Tabla 56. Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena Sector Cullualo Zona 2.

IDENTIFICACION TRAMO (CALLE)	LONGITUD		AGUA POTABLE						TUBERIA														H(m)	TENSIÓN TRACTIVA (Pa)	SALTO (m)	COTAS (m)		CORTE (m)	OBSERVACIONES			CÁLCULOS TRACCIÓN TRACTIVA					
	Parcial (m)	Acumulado (m)	ÁREA DE APOORTE		DENSIDAD	POBLACION FUTURA		LLENA		PARCIALMENTE LLENA						TERRENO	PROYECTO	TIPO DE UNIÓN	MANTENIMIENTO	TUBERIA DE SALVO	Díametro	Tirante				Relección	Ángulo		Ruido Hidráulico	Tensión Tractiva							
	(m)	(m)	(Ha)	(Ha)	(kg/m³)	(Hab)	(Hab)	(m/s)	(L/s)	q/Q	h/D	v/V	γ	OBSERV	d (cm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)				(mm)	(°)		(dB)	(N/m²)							
CULLUALO-ZONA 2	P6	30.00	30.00	0.24	0.24	7.00	1.68	1.68	0.0761	200	0.1893	189.3	183.8	4.50	141.37	Bien	0.001	0.05	0.18	0.82	OK	1.08	5.57	12.82	3320.84	3319.017	1.80	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	10.82801254	100	0.9393304	7.03519182	0.012821327	
	P7	45.00	75.00	0.36	0.60	7.00	2.52	4.20	0.1903	200	0.197311111	197.3111111	185.8	4.50	141.37	Bien	0.001	0.06	0.19	0.84	OK	1.13	8.36	13.35	3315.16	3313.46	1.69	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	11.28741841	100	0.9594329	7.32551058	0.013351616	
	P8	60.00	135.00	0.47	1.07	7.00	3.29	7.49	0.3425	200	0.150316667	150.3166667	170.0	4.04	127.03	Bien	0.003	0.06	0.20	0.79	OK	1.20	9.00	11.49	3306.28	3304.60	1.68	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	12.04876395	100	0.9919196	7.80516426	0.01485299	
	P9	60.00	195.00	0.43	1.50	7.00	3.01	10.50	0.4853	200	0.0432	43.2	45.0	2.21	69.58	Bien	0.007	0.07	0.22	0.49	OK	1.44	2.70	4.10	3297.36	3295.60	1.66	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	14.40631664	100	1.0808728	9.27875445	0.004096106	
	P10	55.00	250.00	0.42	1.92	7.00	2.94	13.44	0.6186	200	0.061854545	61.85454545	65.0	2.66	83.62	Bien	0.007	0.07	0.22	0.60	OK	1.46	3.58	6.01	3294.67	3292.90	2.16	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	14.63459573	100	1.0956704	9.42050040	0.006069982	
	P11	50.00	300.00	0.38	2.30	7.00	2.66	16.10	0.7455	200	0.0264	26.4	30.0	1.81	56.81	Bien	0.013	0.09	0.26	0.46	OK	1.76	1.50	3.32	3291.27	3288.53	2.74	No se necesitan uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	17.64911403	100	1.2064553	11.27669249	0.00318731	
	P12	7.94	307.94	0.07	2.37	7.00	0.49	16.59	0.7676	200	0.056675063	56.67506297	60.0	2.56	80.34	Bien	0.010	0.08	0.24	0.60	OK	1.58	0.48	5.96	3289.05	3286.63	2.43	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	15.78715552	100	1.1391567	10.13362219	0.0096465	
	P13	30.00	337.94	0.20	2.57	7.00	1.40	17.99	0.8313	200	0.249833333	249.8333333	185.8	4.50	141.37	Bien	0.006	0.07	0.22	0.97	OK	1.38	5.57	16.24	3289.50	3285.75	3.74	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	13.81086305	100	1.0636171	8.90823586	0.016236043	
	P14	8.00	345.94	0.07	2.64	7.00	0.49	18.48	0.8565	200	0.222125	222.125	185.8	4.50	141.38	Bien	0.006	0.07	0.22	0.97	OK	1.39	1.49	16.35	3282.00	3280.18	1.82	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	13.90827998	100	1.0674531	8.96093047	0.016347756	
	P15	30.00	375.94	0.23	2.87	7.00	1.63	20.09	0.9326	200	0.196966667	196.9666667	185.8	4.50	141.37	Bien	0.007	0.07	0.22	0.99	OK	1.42	5.57	16.68	3280.22	3278.69	1.53	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	14.2012256	100	1.0789139	9.15126408	0.016679271	
	P16	40.00	415.94	0.30	3.17	7.00	2.10	22.19	1.0248	200	0.13545	135.45	135.0	3.84	120.51	Bien	0.009	0.08	0.23	0.88	OK	1.52	5.40	12.96	3274.32	3273.12	1.20	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	15.2281475	100	1.1182537	9.78827421	0.012963101	
	P17	20.00	435.94	0.15	3.32	7.00	1.05	23.24	1.0693	200	0.126	126	130.0	3.76	118.26	Bien	0.009	0.08	0.23	0.88	OK	1.55	2.60	12.71	3268.00	3267.33	1.18	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	15.51519024	100	1.1290303	9.96873200	0.012709298	
	P18	20.00	455.94	0.18	3.50	7.00	1.26	24.50	1.1294	200	0.08165	81.65	85.0	3.04	95.62	Bien	0.012	0.08	0.25	0.76	OK	1.70	1.70	9.06	3266.38	3265.13	1.26	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	16.97093454	100	1.1823247	10.86163881	0.009056978	
	P19	30.12	486.06	0.24	3.74	7.00	1.68	26.18	1.2055	200	0.184428951	184.4289509	185.0	4.49	141.07	Bien	0.009	0.08	0.23	1.03	OK	1.53	5.57	17.79	3264.74	3263.42	1.33	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	15.2019329	100	1.1190849	9.80191615	0.017790608	
	P20	60.00	546.06	0.48	4.22	7.00	3.36	29.54	1.3577	200	0.152316667	152.3166667	155.0	4.11	129.13	Bien	0.011	0.08	0.24	0.99	OK	1.63	9.30	15.88	3259.19	3257.85	1.34	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	16.29337351	100	1.1577933	10.44549195	0.015882893	
	P21	60.00	606.06	0.48	4.70	7.00	3.36	32.90	1.5130	200	0.110166667	110.1666667	110.0	3.46	108.78	Bien	0.014	0.09	0.26	0.90	OK	1.81	6.60	12.43	3250.00	3248.55	1.50	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	18.05212341	100	1.2205908	11.52264005	0.012434081	
	P22	84.00	690.06	0.59	5.29	7.00	4.13	37.03	1.6757	200	0.07272619	72.72619048	75.0	2.86	89.82	Bien	0.019	0.10	0.28	0.81	OK	2.04	6.30	9.54	3243.44	3241.95	1.50	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	20.43022413	100	1.3012752	12.96331997	0.009537756	
	P23	80.00	770.06	0.28	5.57	7.00	1.96	38.99	1.7481	200	0.01055	10.55	25.1	1.65	51.98	Bien	0.034	0.14	0.36	0.59	OK	2.73	2.01	4.20	3237.33	3236.65	1.69	No se necesitan uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	27.34850349	100	1.5151196	17.05040860	0.004201409	
	P24	15.00	785.06	0.03	5.60	7.00	0.21	39.20	1.7613	200	-0.082733333	-82.73333333	25.6	1.67	52.46	Bien	0.034	0.14	0.35	0.59	OK	2.73	0.38	4.28	3236.49	3233.64	2.85	No se necesitan uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	27.32551641	100	1.5144504	17.03711835	0.004275174	
	P25	35.00	820.06	0.06	5.66	7.00	0.42	39.62	1.7786	200	0.018483714	18.48371429	25.5	1.67	52.33	Bien	0.034	0.14	0.36	0.59	OK	2.75	0.89	4.28	3237.20	3233.45	4.48	No se necesitan uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	27.5046858	100	1.5196599	17.14091090	0.004280107	
	P26	12.00	832.06	0.02	5.68	7.00	0.14	39.76	1.7854	200	0.095333333	95.33333333	95.0	3.22	101.09	Bien	0.018	0.10	0.28	0.90	OK	1.99	1.14	11.81	3237.08	3232.56	4.72	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	19.97960543	100	1.2849877	12.66758111	0.011805552	
	P27	40.00	872.06	0.04	5.72	7.00	0.28	40.04	1.7967	200	0.098665	98.65	25.6	1.67	52.46	Bien	0.034	0.14	0.36	0.60	OK	2.76	1.02	4.32	3235.94	3231.22	4.72	No se necesitan uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	27.61812677	100	1.522951	17.20657280	0.004317698	
	P28	49.92	921.98	0.11	5.83	7.00	0.77	40.81	1.8365	200	0.051382212	51.38221154	55.0	2.45	76.92	Bien	0.024	0.11	0.31	0.76	OK	2.29	2.75	7.80	3231.90	3230.20	1.80	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	22.93955571	100	1.3820146	14.46370419	0.007803892	
	P29	33.92	955.90	0.12	5.95	7.00	0.84	41.65	1.8848	200	0.042128538	42.12853774	45.0	2.21	69.58	Bien	0.027	0.12	0.33	0.72	OK	2.44	1.53	6.77	3229.43	3227.45	1.98	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	24.4185883	100	1.4282048	15.34632046	0.006774633	
	P30	19.01	974.91	0.06	6.01	7.00	0.42	42.07	1.9044	200	0.023619148	23.61914782	25.0	1.65	51.86	Bien	0.037	0.14	0.37	0.61	OK	2.87	0.48	4.37	3228.00	3225.93	2.07	No se necesitan uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	28.67518565	100	1.5533496	17.81639493	0.004369471	
	P31	12.00	986.91	0.05	6.06	7.00	0.35	42.42	1.9268	200	0.092416667	92.41666667	95.0	3.22	101.09	Bien	0.019	0.10	0.29	0.92	OK	2.06	1.14	12.19	3227.55	3225.45	2.10	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	20.6283068	100	1.3079019	13.08248916	0.012192226	
	P32	30.00	1016.91	0.11	6.17	7.00	0.77	43.19	1.9687	200	0.079366667	79.36666667	80.0	2.95	92.77	Bien	0.021	0.11	0.30	0.88	OK	2.17	2.40	10.76	3226.44	3224.31	2.13	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	21.67720708	100	1.3419111	13.71145824	0.010760732	
	P33	55.00	1071.91	0.17	6.34	7.00	1.19	44.38	2.0274	200	0.056581818	56.58181818	60.0	2.56	80.34	Bien	0.025	0.12	0.32	0.81	OK	2.36	3.30	8.74	3224.06	3221.91	2.15	Se sugiere uniones elatómicas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	23.57550551	100	1.4018551	14.84075549	0.008735269	
	P34	30.00	1101.91	0.08	6.42	7.00	0.56	44.94	2.0506	200	0.0591	59.1	60.0	2.56	80.34	Bien																					

Tabla 57. Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena Sector San Miguel Zona 3.

IDENTIFICACION TRAMO (CALLE)	No POZO	LONGITUD		AGUA POTABLE					TUBERÍA													COTAS (m)			OBSERVACIONES			CÁLCULOS TRACCIÓN TRACTIVA										
		Parcial (m)	Acumulada (m)	AREA DE APOORTE		DENSIDAD	POBLACION FUTURA		Q diseño ltr/mo	D (mm)	K	V (m/s)	Q (l/s)	OBSERV	PARCIALMENTE LLENA				H(m)	TENSIÓN TRACTIVA (Pa)	SALTO (m)	TERRENO	PROYECTO	CORTE (m)	TIPO DE UNIÓN	MANTENIMIENTO	TUBERÍA DE SALTO	Diámetro	Tirante	Relación	Ángulo	Radio Hidráulico	Tensión Tractiva					
		PARCIAL (Ha)	ACUMULADA (Ha)	POBLACION (hab)	ACUMULADO (hab)	q/Q	q/D	v/V							v (m/s)	OBSERV	d (cm)																					
SAN MIGUEL-ZONA 3	P42	50.00	50.00	0.40	0.40	4.00	1.60	1.60	0.1268	200	0.04642	46.42	46.4	2.25	70.67	Bien	0.002	0.06	0.19	0.43	OK	1.15	2.32	3.41		3228.04	3226.043	2.00	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	11.54162681	100	0.9703912	7.48586842	0.003408916	
	P43	50.00	100.00	0.39	0.79	4.00	1.56	3.16	0.2537	200	0.08052	80.52	80.5	2.96	93.07	Bien	0.003	0.06	0.20	0.58	OK	1.21	4.03	6.17		3225.72	3223.72	2.00	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	12.06542148	100	0.9926195	7.81563807	0.006173582	
	P44	25.00	125.00	0.20	1.39	4.00	0.80	5.56	0.3171	200	0.09908	99.08	79.1	2.94	92.23	Bien	0.003	0.06	0.20	0.59	OK	1.25	1.98	6.26		3221.70	3219.70	2.00	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	12.46354423	100	1.0092139	8.06570466	0.00625717	
	P45	30.01	155.01	0.22	1.61	4.00	0.88	6.44	0.3901	200	0.170576475	170.5764745	170.6	4.31	135.46	Bien	0.003	0.06	0.20	0.85	OK	1.22	5.12	13.17		3219.22	3217.72	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	12.15175704	100	0.9962396	7.86990942	0.013168654	
	P46	14.99	170.00	0.11	1.72	4.00	0.44	6.88	0.4250	200	0.192928619	192.9286191	179.6	4.42	139.00	Bien	0.003	0.06	0.20	0.88	OK	1.23	2.69	13.98		3214.10	3212.60	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	12.25137608	100	1.0004018	7.93250148	0.013976034	
	P47	30.00	200.00	0.24	1.96	4.00	0.96	7.84	0.5042	200	0.133233333	133.2333333	139.9	3.90	122.68	Bien	0.004	0.06	0.20	0.80	OK	1.28	4.20	11.39		3211.21	3209.91	1.30	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	12.837191	100	1.0245645	8.29993931	0.011390994	
	P48	30.00	230.00	0.24	2.20	4.00	0.96	8.80	0.5834	200	0.1014	101.4	101.4	3.32	104.44	Bien	0.006	0.07	0.21	0.71	OK	1.37	3.04	8.76		3207.21	3205.71	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	13.65019043	100	1.057263	8.80806441	0.008761681	
	P49	30.00	260.00	0.16	2.36	4.00	0.64	9.44	0.6316	200	0.085033333	85.03333333	85.0	3.04	95.64	Bien	0.007	0.07	0.22	0.67	OK	1.42	2.55	7.64		3204.17	3202.67	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	14.20471974	100	1.07905	9.15343814	0.007635288	
	P50	40.00	300.00	0.24	2.60	4.00	0.96	10.40	0.7547	200	0.065325	65.325	65.3	2.67	83.83	Bien	0.009	0.08	0.23	0.62	OK	1.55	2.61	6.38		3201.62	3200.12	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	15.49408213	100	1.128241	9.95269161	0.006378065	
	P51	40.00	340.00	0.32	2.92	4.00	1.28	11.68	0.8561	200	0.053975	53.975	54.0	2.43	76.20	Bien	0.011	0.08	0.25	0.60	OK	1.67	2.16	5.65		3199.01	3197.51	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	16.67132233	100	1.1715395	10.67780322	0.005653841	
	P52	60.00	400.00	0.48	3.40	4.00	1.92	13.60	1.0083	200	0.068933333	68.93333333	68.9	2.74	86.11	Bien	0.012	0.08	0.25	0.68	OK	1.69	4.14	7.32		3196.85	3195.35	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	16.91853696	100	1.180453	10.82950954	0.00732295	
	P53	40.00	440.00	0.32	3.72	4.00	1.28	14.88	1.1129	200	0.108175	108.175	108.2	3.43	107.88	Bien	0.010	0.08	0.24	0.83	OK	1.62	4.33	11.02		3192.71	3191.21	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	16.18940096	100	1.1539889	10.38150365	0.011017582	
	P54	50.00	490.00	0.35	4.07	4.00	1.40	16.28	1.2398	200	0.175	175	171.0	4.32	135.63	Bien	0.009	0.08	0.23	1.01	OK	1.56	8.55	16.77		3188.38	3186.88	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	15.56757122	100	1.1309869	9.99806632	0.01677189	
	P55	19.38	509.38	0.11	4.18	4.00	0.44	16.72	1.2873	200	0.145975232	145.9752322	146.0	3.99	125.31	Bien	0.010	0.08	0.24	0.96	OK	1.62	2.83	14.85		3179.63	3178.33	1.30	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	16.16667312	100	1.1531553	10.36751154	0.014845921	
	P56	25.00	534.38	0.09	4.27	4.00	0.36	17.08	1.3166	200	0.03504	35.04	31.0	1.84	57.79	Bien	0.023	0.11	0.31	0.56	OK	2.24	0.78	4.31		3176.80	3175.50	1.30	No se necesitan uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	22.42294453	100	1.365722	14.15647404	0.004311244	
	P57	22.38	556.76	0.05	4.32	4.00	0.20	17.28	1.3332	200	-0.007015192	-7.015192136	10.8	1.08	34.09	Bien	0.039	0.15	0.38	0.41	OK	2.97	0.24	1.95		3175.93	3174.73	1.20	No se necesitan uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	29.677887	100	1.5817566	18.39147322	0.00194854	
	P58																																					
	SAN MIGUEL - ZONA 3.1	P59	30.00	30.00	0.14	0.14	4.00	0.56	0.56	0.0388	200	0.033333333	33.33333333	33.3	1.91	59.88	Bien	0.001	0.05	0.18	0.35	OK	1.09	1.00	2.31		3204.00	3202.6	1.40	No se necesitan uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	10.89059015	100	0.9420919	7.07477672	0.002313221
P60		30.00	60.00	0.11	0.25	4.00	0.44	1.00	0.0590	200	0.046333333	46.33333333	46.3	2.25	70.60	Bien	0.001	0.05	0.18	0.41	OK	1.10	1.39	3.25		3203.00	3201.60	1.40	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	10.99719391	100	0.9467792	7.14218279	0.003246103	
P60																																						

Fuente: El Autor

Tabla 58. Elementos Hidráulicos Tubería Parcialmente Llena Sector San Miguel Zona 4.

IDENTIFICACION TRAMO (CALLE)	No POZO	LONGITUD		AGUA POTABLE					TUBERÍA														H(m)	TENSIÓN TRACTIVA (Pa)	SALTO (m)	COTAS (m)			OBSERVACIONES			CÁLCULOS TRACCIÓN TRACTIVA					
		Parcial (m)	Acumulada (m)	AREA DE APOORTE		POBLACION FUTURA			Q diseño tramo (l/s)	D (mm)	I ‰	LLENA		PARCIALMENTE LLENA						TERRENO	PROYECTO	CORTE (m)				TIPO DE UNIÓN	MANTENIMIENTO	TUBERÍA DE SALTO	Diámetro	Trante	Relación	Ángulo	Radio Hidráulico	Tensión Tractiva			
		PARCIAL (Ha)	ACUMULADA (Ha)	POBLACION (hab/Ha)	PARCIAL (hab)	ACUMULADO (hab)	tramo (l/s)	V (m/s)				Q (l/s)	OBSERV	q/Q	d/D	v/V	v (m/s)	OBSERV	d (cm)																		
SAN MIGUEL - ZONA 4	P61	30.00	30.00	0.24	0.24	3.00	1.00	0.72	0.0792	200	0.1727	172.7	166.0	4.25	133.64	Bien	0.001	0.05	0.18	0.78	OK	1.09	4.98	11.49		3189.48	3187.68	1.80	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	10.85904149	100	0.9407006	7.05482144	0.011496801
	P62	30.00	60.00	0.24	0.48	3.00	1.00	1.44	0.1553	200	0.124566667	124.5666667	121.2	3.64	114.20	Bien	0.001	0.06	0.19	0.68	OK	1.13	3.64	8.72		3184.30	3182.70	1.60	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	11.2954951	100	0.9597829	7.33060862	0.008718285
	P63	60.00	120.00	0.48	0.96	3.00	1.00	2.88	0.3106	200	0.18395	183.95	184.3	4.48	140.79	Bien	0.002	0.06	0.19	0.87	OK	1.18	11.06	13.80		3180.56	3179.06	1.50	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	11.77363685	100	0.9802942	7.63204431	0.013796111
	P64	40.00	160.00	0.28	1.24	3.00	1.00	3.72	0.4152	200	0.078925	78.925	78.9	2.93	92.14	Bien	0.005	0.07	0.21	0.61	OK	1.31	3.16	6.53		3169.53	3168.01	1.52	Se sugiere uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	13.05624153	100	1.0334671	8.43705302	0.00653201
	P65	40.00	200.00	0.20	1.44	3.00	1.00	4.32	0.4918	200	0.0224	22.4	22.4	1.56	49.09	Bien	0.010	0.08	0.24	0.37	OK	1.60	0.90	2.26		3166.37	3164.85	1.52	No se necesitan uniones elastoméricas	Necesita Mantenimiento	NO ES NECESARIA	200	16.03239477	100	1.1482197	10.28481106	0.002260026
	P66																										3165.47	3163.95	1.52								

Fuente: El Autor

3.3.FASE 3: Evaluación de la planta de Tratamiento

3.3.1. Descripción de las Características Generales y Físicas.

3.3.1.1.Ubicación

La planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Quinchicoto se encuentra localizada en el sur de la cabecera parroquial del mismo nombre, dentro del cantón Tisaleo posee una red de alcantarillado que recolecta aguas residuales de la parroquia y los conduce a la infraestructura en estudio.

Las actividades económicas de la parroquia incluyen la agricultura y ganadería cuyas aguas son depositadas al sistema de alcantarillado existente para ser posteriormente trasladadas a su desinfección y tratamiento.

Tabla 59. Datos de la Planta De Tratamiento De La Parroquia Quinchicoto

Planta De Tratamiento De La Parroquia Quinchicoto	
Provincia	Tungurahua
Cantón	Tisaleo
Parroquia	Quinchicoto
Coordenadas	
Norte	9846709.20
Este	761345.50



Fuente: El Autor

3.3.1.2. Operación y Mantenimiento Actual de la Planta de Tratamiento

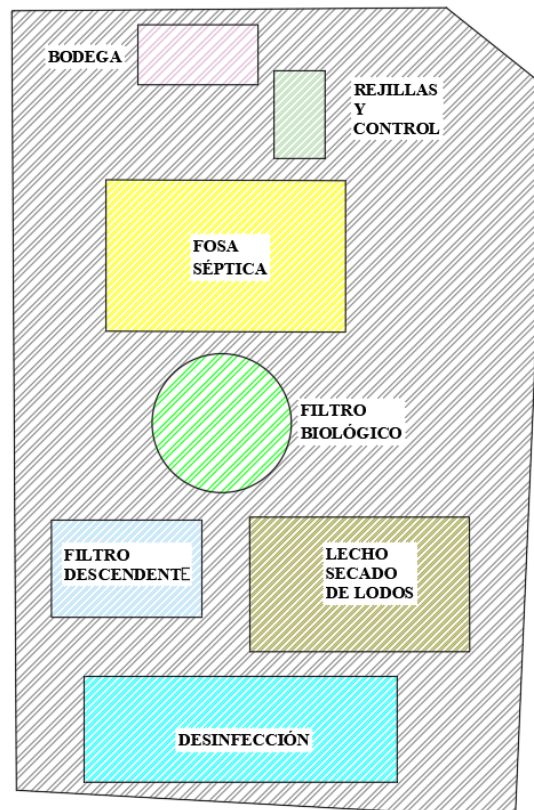
La operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Quinchicoto se encuentra bajo el control de Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de la Parroquia Quinchicoto cuenta con personal que da mantenimiento y operación cada cierto tiempo.

Dentro de las instalaciones de la PTAR no se cuenta con un laboratorio especializado, ni talleres dónde se brinde una mantenimiento y control minucioso.

3.3.1.3. Diagnóstico de las Estructuras

Diagrama de Flujo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Quinchicoto.

Figura 40. Diagrama de Flujo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Quinchicoto.



Fuente: El Autor

Rejillas y Control

Las rejillas de nuestra planta de tratamiento cumplen la función de retención de materiales solidos grandes que no deben ingresar a nuestro desarenador o fosa séptica, se encuentra al iniciar nuestra PTAR en condiciones adecuadas para cumplir con su funcionamiento, pero se necesita un cambio o reparación de las tapas que cubren dicho control debido a que se encuentran oxidadas.

Figura 41.Rejillas y Control



Fuente: El Autor

Fosa Séptica

La Fosa Séptica se encuentra trabajando de manera adecuada puesto que se considera que sedimenta correctamente la materia en suspensión, posee puertas de control que necesitan un mantenimiento próximo puesto que al encontrarse expuesto a factores externos el material de las compuertas se oxida con facilidad.

Figura 42.Fosa Séptica



Fuente: El Autor

Filtro Biológico

El filtro Biológico de forma circular o redonda se considera que se encuentra trabajando de una manera adecuada, aunque se recomienda realizar una revisión periódicamente para evitar problemas con el filtro. Así mismo existe maleza que debe ser tratada y limpiada adecuadamente.

Figura 43.Filtro Biológico



Fuente: El Autor

Filtro descendente

El filtro descendente se considera que trabaja adecuadamente, aunque se recomienda cambiar el material filtrante para obtener mejores resultados al detener los sedimentos que no son contenidos en los pasos anteriores.

Figura 44.Filtro descendente



Fuente: El Autor

Lecho de secado de lodos

El lecho de secado de lodos construido de forma rectangular, cumple con su requisito de secado de lodos provenientes de la fosa séptica y del filtro biológico, ya que al almacenar el material arrojado por las dos etapas anteriores con un adecuado tratamiento puedo generar abono para los cultivos de la zona.

Figura 45.Lecho de secado de lodos



Fuente: El Autor

Desinfección

El tanque de desinfección se considera que se encuentra trabajando de una manera adecuada, aunque se debe realizar una limpieza periódica para que alcance su funcionamiento óptimo, además cabe recalcar que las tuberías de salida, así como los tanques de revisión posteriores al tanque desinfección se encuentran con algunas falencias en las compuertas de protección, así como el análisis de pequeñas fallas en su estructura que deben ser atendidas para que no se entre problemas en un futuro.

Figura 46.Desinfección



Fuente: El Autor

Otros Elementos

Los tanques donde se protegen las válvulas de control de los distintos elementos de la PTAR necesitan una atención adecuada puesto que se encuentran con material vegetal y residual, así como compuertas oxidadas y con una pésima estética.

Figura 47. Tanque de Control



Fuente: El Autor

Los caminos internos de la PTAR necesitan una limpieza próxima puesto que la existencia de especies vegetales puede dañar la estructura de los tanques y afectar en su funcionamiento.

Figura 48. Caminos con presencia de especies vegetales



Fuente: El Autor

Las compuertas de protección de todos los elementos existente en la PTAR de la Parroquia Quinchicoto necesitan una revisión adecuada debido a que la mayoría de ellas han cumplido su función útil o de vida debido a que se encuentran oxidadas y en abandono.

Figura 49. Compuertas de protección



Fuente: El Autor

3.3.2. Evaluación del Funcionamiento de la Planta de Tratamiento

3.3.2.1. Eficiencia de Remoción

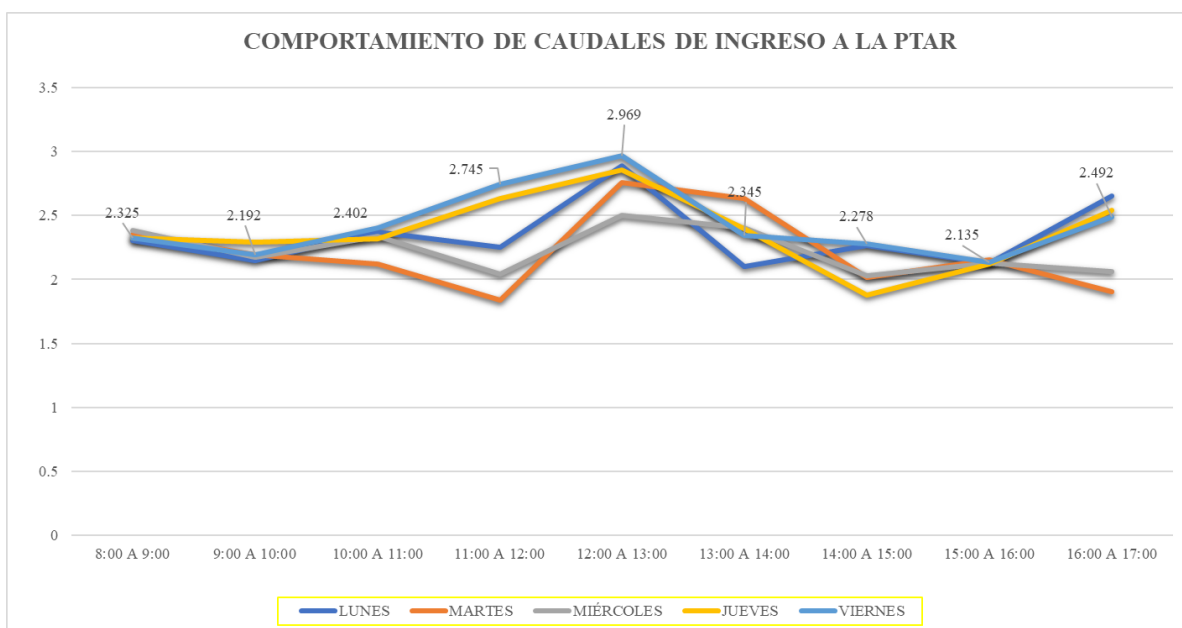
La obtención de la muestra para el estudio de evaluación de la PTAR de la Parroquia Quinchicoto se realizó el día viernes 19 de febrero de 2021 de acuerdo al aforo de mayor ingreso de agua residual a la PTAR y de acuerdo a un análisis previo que se detalla a continuación:

Tabla 60.Resumen de la toma de Caudales de Ingreso en lt/s

COMPORTAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO A LA PTAR					
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
8:00 A 9:00	1.304	1.349	1.382	1.328	1.325
9:00 A 10:00	1.150	1.196	1.171	1.293	1.192
10:00 A 11:00	1.373	1.124	1.341	1.316	1.402
11:00 A 12:00	1.253	1.837	1.045	1.632	1.745
12:00 A 13:00	1.887	1.761	1.503	1.857	1.969
13:00 A 14:00	1.103	1.632	1.402	1.394	1.345
14:00 A 15:00	1.263	1.014	1.031	1.877	1.278
15:00 A 16:00	1.125	1.157	1.128	1.121	1.135
16:00 A 17:00	1.654	1.905	1.062	1.539	1.492

Fuente: El Autor

Figura 50. Comportamiento de Caudales de Ingreso a la PTAR.



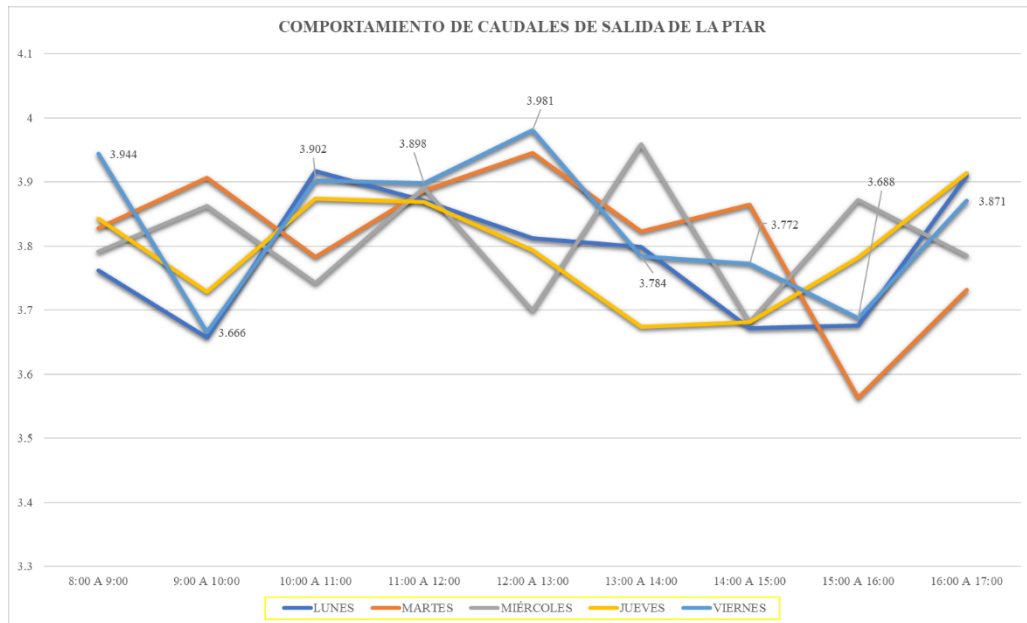
Fuente: El Autor

Tabla 61. Resumen de la toma de Caudales de Salida en lt/s

COMPORTAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA DE LA PTAR					
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
8:00 A 9:00	3.762	3.828	3.791	3.842	3.944
9:00 A 10:00	3.657	3.906	3.862	3.728	3.666
10:00 A 11:00	3.917	3.783	3.742	3.874	3.902
11:00 A 12:00	3.871	3.886	3.891	3.869	3.898
12:00 A 13:00	3.812	3.945	3.699	3.793	3.981
13:00 A 14:00	3.799	3.823	3.959	3.674	3.784
14:00 A 15:00	3.672	3.864	3.681	3.681	3.772
15:00 A 16:00	3.676	3.563	3.872	3.782	3.688
16:00 A 17:00	3.909	3.732	3.785	3.914	3.871

Fuente: El Autor

Figura 51. Comportamiento de Caudales de Salida de la PTAR.



Fuente: El Autor

3.3.2.2.Resultado del análisis físico-químico del influente a la planta de tratamiento

El análisis físico-químico del influente de la PTAR se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental “LIAA-GADMA el mismo que se detalla en la Tabla 61.

Tabla 62.Resultado del análisis físico-químico del influente a la planta de tratamiento

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LMP Alcantarillado
pH	UpH	7,4	5 a 9
Temperatura	°C	15	<35
Oxígeno Disuelto	mg/l	0,3	-
DQO	mg/l	1049	500
DBO5	mg/l	456,1	100
Turbidez	NTU	235	-
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Incontables	Remoción > al 99,9%
Coliformes Totales	ufc/100ml	Incontables	-

Fuente: El Autor (Anexo Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental “LIAA-GADMA)

De acuerdo a los resultados presentado por el estudio de laboratorio se considera que es un agua residual de concentración media con datos característicos de un agua residual doméstica típica.

De acuerdo al Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente al comparar los resultados presentados por el estudio de laboratorio no cumple con la normativa nacional antes mencionada por lo que requiere de un tratamiento previo de dicha agua residual.

3.3.2.3.Resultado del análisis físico-químico del efluente a la planta de tratamiento

El análisis físico-químico del influente de la PTAR se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental “LIAA-GADMA el mismo que se detalla en la Tabla 61.

Tabla 63.Resultado del análisis físico-químico del efluente a la planta de tratamiento

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LMP Alcantarillado
pH	UpH	7,5	5 a 9
Temperatura	°C	14	<35
Oxígeno Disuelto	mg/l	0,4	-
DQO	mg/l	365	500
DBO5	mg/l	158.7	100
Turbidez	NTU	135	-
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Incontables	Remoción > al 99,9%
Coliformes Totales	ufc/100ml	Incontables	-

Fuente: El Autor (Anexo Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental “LIAA-GADMA)

De acuerdo al análisis de laboratorio presentado en la Tabla 62. El agua residual previamente tratada cumple con todos los estándares del Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente a excepción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

Tabla 64. Porcentajes de remoción de contaminantes de la PTAR-QUINCHICOTO

PARÁMETROS	UNIDAD	INFLUENTE	EFLUENTE	REMOCIÓN	LMP Alcantarillado
pH	UpH	7,4	7,5	0	5 a 9
Temperatura	°C	14	14	0	<35
Oxígeno Disuelto	mg/l	0,3	0,4	0.1	-
DQO	mg/l	1049	365	65.2	500
DBO5	mg/l	456,1	158.7	65.2	100
Turbidez	NTU	235	135	57.44	-
Coliformes Fecales	ufc/100ml	Incontables	Incontables	-	Remoción > al 99,9%
Coliformes Totales	ufc/100ml	Incontables	Incontables	-	-

Fuente: El Autor (Anexo Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental “LIAA-GADMA)

De acuerdo a la comparativa de los datos de ingreso de agua residual y a la salida de agua tratada se deduce que la Planta de Tratamiento de la Parroquia Quinchicoto se encuentra funcionando adecuadamente para el caudal diseñado.

3.3.3. Evaluación de los Componentes de la PTAR

3.3.3.1. Porcentaje de Remoción de Contaminantes

Para determinar el porcentaje de remoción de contaminantes de nuestra PTAR analizamos los porcentajes de remoción de acuerdo al análisis físico-químico del influente de la PTAR que se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental “LIAA-GADMA el mismo que se detalla en la Tabla 61. Tomando del estudio el dato del DBO.

Tabla 65. Porcentajes de remoción de contaminantes Componente PTAR.

Componente	% Remoción Teórico
	DBO
Rejillas	D
Desarenador	3
IMHOFF	80
Filtro Biológico	35

Fuente: METCALF & EDDY [27]

En la tabla 65 se muestra los respectivos porcentajes de eficiencia de la planta de Tratamiento de acuerdo al tren de tratamiento existente explicando la cantidad de contaminante removido desde el ingreso del agua residual hasta el egreso del agua tratada tomando como dato inicial DBO.

Tabla 66. Porcentajes de remoción de contaminantes Componente PTAR Quinchicoto

Influente		Rejillas		Desarenador		IMHOFF		Filtro Biológico 1		Filtro Biológico 2		Eficiencia PTAR Teórico
		%R	E	%R	E	%R	E	%R	E	%R	E	
DBO	456.1	0	456.1	0	456.1	80	91.22	35	59.293	35	38.54	92%

Fuente: El Autor

Comparando con los valores residuales de los contaminantes expuestos en la tabla 63 con los límites permisibles para descargas en un cuerpo de agua dulce, el DBO se encuentra sobre los límites permisibles lo que indica la existencia de otras descargas ajenas a las domesticas es decir al sistema de alcantarillado ingresan agua de regadío o industriales por lo que para un mejor tratamiento se debe controlar dichas descargas a la red del sistema de alcantarillado que involucra a la PTAR.

3.3.3.2.Determinación de la vida remanente de la PTAR

Para la determinación de la vida remanente de la PTAR se procedió a evaluar la capacidad de filtración identificando el tiempo de retención hidráulica recomendado por las normas EX – IEOS.

Para ello se debe realizar un análisis del Volumen Total del Filtro existente con el objetivo de calcular aproximadamente la población para la cual fue diseñada la PTAR con el fin de obtener el caudal de diseño del filtro y realizar una comparación con el caudal de ingreso existente actualmente.

$$\text{Volumen Total Filtro} = \frac{1.6. (\text{Población. Dotación A.P}) (\text{Coef Retorno A.S.}) \text{TRH}}{1000}$$

$$\text{Población} = \frac{\text{Volumen Total. (1000)}}{(1.6)(\text{Dotación A.P.})(\text{Coef Retorno A.S.}) \text{TRH}}$$

Tabla 67. Ingresos y dotación de agua

Nivel de Ingreso	Dotación
Categoría I (Obrera)	150 -200
Categoría II (Clase Media)	200-280
Categoría III (Clase Alta)	280-350

Fuente: EX IEOS 1986[11]

Dotación A.P. : 170 l/s

Coefficiente de Retorno A.S. : 80%

T.R.H. : 1.5

Volumen

Para calcular la vida remanente de la planta se procedió a evaluar la capacidad de tratamiento de la unidad de filtración con un TRH de 0.5.

El filtro tiene un diámetro de 6 m y una altura de 1.6 m, aproximadamente el cual nos brinda un volumen de 45.23 m³ .

$$Población = \frac{(45.23) \cdot (1000)}{(1.6)(170)(80\%)(0.5)}$$
$$Población = 415 \text{ habitantes}$$



El caudal de diseño para el cual filtro fue construido es

$$Q_{\text{sanitario}} = \frac{(Población) \cdot (Dotación A.P.) \cdot (Coef Retorno A.S.)}{86400}$$
$$Q_{\text{sanitario}} = \frac{(415) \cdot (170)(80\%)}{86400}$$
$$Q_{\text{sanitario}} = 0.653 \text{ l/s}$$

El caudal sanitario calculado se compara con el estimado que ingresa a la PTAR en su registro de aforo máximo en la Tabla 59 lo que indica que existe un excedente de caudal que ingresa a la PTAR por lo que se debe controlar las descargas provenientes de la agricultura e identificar la existencia de fábricas dentro del sector.

3.4.FASE IV

3.4.1. Presupuesto

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 					
DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO -SAN MIGUEL DE LA PARROQUIA QUINCHICOTO DEL CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
ALCANTARILLADO					
CANTÓN: TISALEO PROVINCIA: Tungurahua					
PROYECTO CULLUALO - SAN MIGUEL PARROQUIA QUINCHICOTO CANTÓN TISALEO					
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
N ·	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN ENTRE EJES	KM	2,3000	270,47	622,08
2	ROTURA DESALOJO. CARPETA ASF. AMOLADORA-RETRO E=2''	M2	38,00	1,88	71,44
3	REPOSICION CARPETA ASFALTICA E = 2" EN CALIENTE INC.IMPRIMACION. INC SUB-BASE CLASE 3 e	M2	38,00	13,53	514,14
4	DESEMPEDRADO Y REEMPEDRADO CON EL MISMO MATERIAL	M2	2253,00	3,63	8178,39
5	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TIERRA SECO A MANO. H=0,80-2,00M.	M3	653,75	5,15	3366,83
6	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TIERRA SECO A MANO. H=2,01-4,00M.	M3	261,50	7,40	1935,11
7	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TIERRA SECO A MANO. H=4,01-6,00M.	M3	130,75	9,66	1263,05
8	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TIERRA SECO A MAQUINA. H=0,80-2,00M.	M3	3595,64	2,53	9096,97
9	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TIERRA SECO A MAQUINA. H=2,01-4,00M.	M3	653,75	2,46	1608,23
10	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TIERRA SECO A MAQUINA H=4,01-6,00M.	M3	523,00	3,08	1610,85
11	EXCAVACION DE ZANJA EN CONGLOMERADO A MÁQUINA H = 0,80 - 2,00 M.	M3	130,75	3,23	422,32
12	EXCAVACION DE ZANJA EN CONGLOMERADO A MÁQUINA H = 2,01 - 4,00 M.	M3	196,13	3,53	692,32
13	EXCAVACION DE ZANJA EN CONGLOMERADO A MÁQUINA H = 4,01 - 6,00 M.	M3	130,75	4,42	577,92
14	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CANGAHUA A MAQUINA H = 4,01 -6,00 M.	M3	261,50	7,70	2013,56
15	S.C CAMA DE ARENA e =0,10 M	M2	345,00	2,12	731,40
16	ENTIBADO APUNTALAMIENTO DE ZANJA	M2	300,00	3,40	1020,00
17	RELLENO Y COMPACTADO DE ZANJA EN CAPAS DE 20 CM MÁX.	M3	458,20	2,10	962,22
18	LIMPIEZA Y DESALOJO DE MATERIAL SOBRENTE A MÁQUINA HASTA 4 KM MÁX.	M3	229,10	2,71	620,86
PARCIAL =					35307,69
TUBERIAS					
N ·	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
19	S. C. TUBERÍA PVC 220 MM NOVAFORT INEN 2059	M	2300,00	19,87	45701,00
PARCIAL =					45701,00
POZOS DE REVISION					
N ·	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
20	CONST. POZO DE REVISIÓN H = 0.80-2.00 M, fc = 210 Kg/cm2	U	46,00	233,12	10723,52
21	CONST. POZO DE REVISIÓN H = 2.01-4.00 M, fc = 210 Kg/cm2	U	18,00	413,96	7451,28
22	CONST. POZO DE REVISIÓN H = 4.01-6.00 M, fc = 210 Kg/cm2	U	3,00	791,65	2374,95
23	SALTO DE DESVIO PARA POZOS DE REVISION (D=160MM Hmin=0,90M)	U	5,00	20,57	102,85
24	S.C. TAPAY CERCO HF PARA POZOS DE REVISIÓN 220LB	U	64,00	186,41	11930,24
25	PICADO DE POZO EXISTENTE, EMPATE DE TUBERIA Y SELLADO	U	2,00	32,20	64,40
PARCIAL=					32647,24
CONEXIONES DOMICILIARIAS					
N ·	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
26	ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO D=160MM (INC. CAJA DE REVISION, TAPA H.A. S	U	50,00	218,84	10942,00
PARCIAL =					10942,00
PRESUPUESTO TOTAL					
PROYECTO CULLUALO - SAN MIGUEL PARROQUIA QUINCHICOTO CANTÓN TISALEO			124597,93		
TOTAL=			124597,93		
SON: CIENTO VEINTE Y CUATRO MIL QUINIENTOS NOVENTA Y SIETE DÓLARES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS					
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					

3.4.2. Especificaciones Técnicas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

REPLANTEO Y NIVELACIÓN

Definición

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

Especificaciones

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

La Institución dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

Replanteo y nivelación entre ejes

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual
- ✓ Estación total incluye prismas, cinta +GPS
- ✓ Nivel topográfico

Mano de Obra:

- ✓ Topógrafo 2: título exp. Mayor a 5 años (Estr. Oc. C1)
- ✓ Cadenero

Materiales:

- ✓ Tiras de eucalipto 2.5 x 4 cm x L=3 m
- ✓ Clavos
- ✓ Mojones de H.S.

Forma de Pago

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y, por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

ROTURA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO E= 2"**Definición**

Se entenderá por rotura de pavimentos la operación de romper y remover éstos, donde hubiere necesidad de ello previamente a la excavación de zanjas para la construcción de redes de agua potable y alcantarillado.

Especificaciones

Cuando el material de los pavimentos pueda ser utilizado posteriormente en la reconstrucción de los mismos, deberá ser dispuesto a uno los dos lados de la zanja de forma tal que no sufra deterioro alguno y no interfiera con la prosecución de los trabajos de construcción; en caso contrario deberá ser retirado hasta el banco de desperdicio que señale el proyecto y/o el Ing. Supervisor.

ROTURA DESALOJO. CARPETA ASF. AMOLADORA-RETRO E=2"**Equipo Mínimo:**

- ✓ Herramienta manual
- ✓ Cortadora de asfalto
- ✓ Retroexcavadora
- ✓ Volqueta 8 m3

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Operador retroexcavadora
- ✓ Chofer: Volquetas

Materiales:

- ✓ Disco para corte

Forma de Pago

La rotura de pavimentos será medida en metros cuadrados (m²) con aproximación a la décima; el número de metros cuadrados que se considerarán para fines de pago será el que resulte de multiplicar el ancho señalado en el proyecto, para la excavación, por la longitud de la misma efectivamente realizada.

REPOSICIÓN CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE E = 2".**Definición**

Se entenderá por reposición de pavimentos a la operación de construir nuevamente los pavimentos que hubiesen sido removidos para la apertura de zanjas. El pavimento reconstruido deberá ser del mismo material y características que el pavimento original.

Especificaciones

Cuando el material de los pavimentos puede ser utilizado posteriormente en la reconstrucción de los mismos, deberá ser dispuesto a uno los dos lados de la zanja de forma tal que no sufra deterioro alguno y no interfiera con la prosecución de los trabajos de construcción; en caso contrario deberá ser retirado hasta el banco de desperdicio que señalen el proyecto y/o el Ing. Supervisor.

El pavimento reconstruido deberá quedar al mismo nivel que el original, evitándose la formación de topes o depresiones, por lo que se procurará que la reposición del

pavimento se efectúe una vez que el relleno de las zanjas haya adquirido su máxima consistencia y consolidación y no experimente asentamientos posteriores.

CARPETA ASFÁLTICA

✓ **Material Asfáltico.-**

El tipo de asfalto a ser utilizado será cemento asfáltico con un grado de penetración 60–70 para carpeta asfáltica. En caso de ser necesario, el fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto durante la construcción, hasta grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato.

El material consistirá en asfalto refinado, o una combinación de asfalto refinado y aceite fluidificante, de consistencia adecuada para trabajos de pavimentación. Será homogéneo y libre de agua, no contendrá ningún residuo obtenido por la destilación artificial del carbón, ni alquitrán de carbón, y no producirá espuma al calentarse a 175 °C y deberán satisfacer los requerimientos ASSHTO M20

El pavimento reconstruido deberá quedar al mismo nivel que el original, evitándose la formación de topes o depresiones, por lo que se procurará que la reposición del pavimento se efectúe una vez que el relleno de las zanjas haya adquirido su máxima consistencia y consolidación y no experimente asentamientos posteriores.

✓ **Base clase 2**

Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación podrá completarse con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados preferentemente en planta.

✓ **Sub base Clase 3:**

Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	----	----	100
2" (50.4 mm.)	----	100	----
1 1/2" (38.1 mm.)	100	70 - 100	----
Nº-4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº- 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	----
Nº- 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	- 20

REPOSICIÓN CARP. ASFÁLTICA E = 2" EN CALIENTE INC.

IMPRIMAC. INC. SUB-BASE CLASE 3 E=25 CM Y BASE CLASE 2 E=15 CM

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual
- ✓ Rodillo vibratorio
- ✓ Volqueta 8 m³

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Operador rodillo
- ✓ Chofer: Volquetas
- ✓ M. mayor en ejecución de obras civiles

Materiales:

- ✓ Asfalto AP-E (In. transporte)
- ✓ Asfalto RC-250 (Inc. transporte)
- ✓ Sub base clase 3
- ✓ Base clase 2
- ✓ Arena azul

Forma de Pago

La reposición de pavimentos será medida en metros cuadrados (m²) con aproximación a la décima; el número de metros cuadrados que se considerarán para fines de pago será el que resulte de multiplicar el ancho señalado en el proyecto, para la excavación, por la longitud de la misma efectivamente realizada.

DESEMPEDRADO Y REEMPEDRADO CON EL MISMO MATERIAL**Definición****✓ Desempedrado**

Se entenderá por desempedrado la operación de remover las piedras de la calzada si hubiere necesidad de ello previamente a la excavación de zanjas para la construcción de redes y conexiones de agua potable y/o alcantarillado y su almacenamiento por parte del Contratista.

✓ Reempedrado (CON MATERIAL EXISTENTE)

Este trabajo consistirá en el recubrimiento de la superficie de la vía con una capa de cantos rodados o piedra partida que constituye el material existente del desempedrado, colocados sobre una subrasante adecuadamente terminada, y de acuerdo con lo indicado en los planos y las instrucciones del fiscalizador.

Este trabajo también incluirá la colocación de una capa de asiento de arena y el emporado posterior y la utilización de la piedra obtenida del desempedrado, para reconformar posteriormente en el mismo lugar el empedrado.

El reempedrado se lo realizará con cantos rodados o piedra fracturada. Las piedras deberán tener de 15 a 20 cm de diámetro para las maestras y de 10 a 15 cm para el resto de la calzada, las mismas que serán duras, limpias y no presentarán fisuras.

Una vez asentadas las piedras y rellenadas las juntas, la superficie deberá presentar uniformidad y cumplir con las pendientes, alineaciones y anchos especificados. El fiscalizador efectuará las comprobaciones mediante nivelación y con una regla de 3 m que será colocada longitudinal y transversalmente de acuerdo con los perfiles indicados en los planos. La separación máxima tolerable entre la regla y la superficie empedrada será de 3 cm.

Las irregularidades mayores que las admitidas, serán removidas y corregidas, a satisfacción del fiscalizador y a costa del contratista. La superficie de apoyo deberá hallarse conformada de acuerdo a las cotas, pendiente y ancho determinados, se humedecerá y compactará con pisón manual.

Luego se colocará una capa de arena de aproximadamente 5 cm de espesor en toda la superficie que recibirá el empedrado. Sobre esta capa se asentarán a mano las piedras maestras, que serán las más grandes, para continuar en base a ellos, la colocación del resto del empedrado. Las hileras de maestras se ubicarán en el centro y a los costados del empedrado. La penetración y fijado se conseguirá mediante un pisón de madera.

Los espacios entre las piedras deberán ser rellenados con arena gruesa o polvo de piedra. Este material se esparcirá uniformemente sobre la superficie y se ayudará a su penetración utilizando escobas y el riego de agua.

Especificaciones

Cuando el material de los empedrados puede ser utilizado posteriormente en la reconstrucción de los mismos, deberá ser dispuesto a uno de los dos lados de la zanja de forma tal que no sufra deterioro alguno y no interfiera con la prosecución de los trabajos de construcción; en caso contrario deberá ser retirado hasta el banco de desperdicio que señalen el proyecto y/o el Ingeniero Fiscalizador. El cuidado de estos materiales será por cuenta del contratista al igual que su reposición en caso de deterioro o pérdida.

DESEMPEDRADO Y REEMPEDRADO CON EL MISMO MATERIAL

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual

Mano de Obra:

- ✓ Peón

Materiales:

- ✓ Polvo de piedra puesto en obra

Forma de Pago

Los desempedrados se medirán en m² con aproximación a la décima; el número de m² que se considerarán para fines de pago será el que resulte de multiplicar el ancho señalado en el proyecto, para la excavación, por la longitud de la misma efectivamente realizada.

EXCAVACIONES (ZANJAS)

Definición

Se entenderá por excavación de zanjas la que se realice según el proyecto para alojar la tubería de la red de alcantarillado, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación de las excavaciones por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería. Incluye también las operaciones que deberá realizar el Constructor para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico, previamente a la excavación, cuando se requiera.

Especificaciones

✓ EXCAVACIÓN A MANO EN TIERRA

Se entenderá por excavación a mano sin clasificar la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5 cm, y el 40% del volumen excavado.

✓ EXCAVACIÓN EN TIERRA SECO A MAQUINA.

La excavación de zanjas para tubería y otros será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones, pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para permitir un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 m, sin entibados; con entibamiento se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 m

Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ella, como se señala en el cuadro:

ZANJAS PARA TUBERIAS DE HIERRO FUNDIDO, ACERO, PVC.

DIAMETRO NOMINAL		ANCHO (cm)	PROFUND. AL FONDO (cm)	VOLUMEN POR METRO LINEAL (m ³)
mm	pulg			
25.4	1	50	70	.35 m ³
50.8	2	55	70	.39
63.5	2.5	60	100	.60
76.2	3	60	100	.60
101.6	4	60	100	.60
152.4	6	70	110	.77
203.2	8	75	115	.86
254.0	10	80	120	.96
304.8	12	85	125	1.06
355.6	14	90	130	1.17
406.4	16	100	140	1.40
457.2	18	115	145	1.67
508.0	20	120	150	1.80
609.6	24	130	165	2.15
762.0	30	150	185	2.78
914.4	36	170	220	3.74

NOTA: Por diámetro nominal se entenderá el diámetro interior de la tubería correspondiente que será instalada en la zanja.

La profundidad de la zanja será medida hacia abajo a contar del nivel del terreno, hasta el fondo de la excavación.

Para profundidades mayores de 2.00 m y según la calidad del terreno sería preferible que las paredes tengan un talud de 1:6 que se extienda hasta el fondo de las zanjas.

En ningún caso se excavará con maquinaria, tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida. La última capa de material será removida con pico y

pala, en una profundidad de 0.2 m y se le dará al fondo de la zanja la forma definitiva que el diseño y las especificaciones lo indiquen.

Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes de las excavaciones no difiera en más de 5 cm de la sección del proyecto, cuidándose de que esta desviación no se haga en forma sistemática.

La ejecución de los últimos 10 cm de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería. Si por exceso de tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de la tubería, se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, esta será por cuenta exclusiva del Constructor.

Se debe vigilar que desde el momento en se inicie la excavación, hasta que termine el relleno de la misma, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario. Salvo en condiciones especiales que serán absueltas por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando a juicio del Ingeniero Fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente. Dicho material se removerá y se procederá a rellenar con tierra buena o replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del Ingeniero Fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados o alterados durante la excavación, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado, usando un material conveniente aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Si estos trabajos son necesarios realizarlos por culpa del Constructor, será exclusivamente a su cargo.

Cuando los bordes superiores de excavación de las zanjas estén en pavimentos, los cortes deberán ser lo más rectos y regulares posibles.

✓ EXCAVACIÓN EN CONGLOMERADO Y ROCA

Se entenderá por excavación en conglomerado y roca, a cualquier profundidad, el trabajo de romper y desalojar fuera de la zanja los materiales que no pueden ser aflojados por los métodos ordinarios en uso, tales como pico, pala o máquinas excavadoras, y que para removerlos se hace indispensable el uso de explosivos, martillos mecánicos, cuña y mandarina.

Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, con la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5 cm y 60 cm.

Se entenderá por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmentos (con un volumen mayor de 200 dm³) y que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su explotación.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para erigir las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como roca, aunque su volumen sea menor de 200 dm³.

Cuando el fondo de la excavación, o plano de fundación tenga conglomerado o roca, se excavará hasta 0.15 m por debajo del asiento del tubo y se llenará luego con arena y grava fina. En el caso de que la excavación se pasara más allá de los límites indicados anteriormente, el hueco resultante de esta remoción será rellenado con un material adecuado aprobado por el ingeniero fiscalizador. Este relleno se hará a expensas del Constructor, si la sobre excavación se debió a su negligencia u otra causa a él imputable.

Cuando la excavación de la zanja se realice en roca fija, se permitirá el uso de explosivos, siempre que no se alteren el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero Fiscalizador de la Obra.

Excavación en tierra, comprenderá la remoción de todo tipo de materiales (sin clasificar), no incluidos en las definiciones de roca, conglomerado y fango.

✓ EXCAVACIÓN EN CANGAHUA

Se entiende por suelo cangahua cuando se encuentre materiales endurecidos constituidos por partículas finas y cementadas que puedan ser removidas por métodos ordinarios tales como: barras, cuña y maquinaria excavadora.

Condiciones de Seguridad y Disposición de Trabajo.

Cuando las condiciones del terreno, o las dimensiones de la zanja sean tales que, pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del Ingeniero Fiscalizador, éste ordenará al Constructor la colocación de entibados y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de los trabajadores, de la obra y de las estructuras y propiedades adyacentes o que exijan las leyes o reglamentos vigentes. El Ingeniero Fiscalizador debe exigir que estos trabajos se ejecuten con las debidas seguridades y en la cantidad y calidad necesarias.

El Ingeniero Fiscalizador está facultado para suspender, parcial o totalmente las excavaciones, cuando considere que las mismas no ofrecen la seguridad necesaria para la obra y/o personas, hasta que se efectúen los trabajos de entibamiento y apuntalamiento necesarios.

En cada tramo de trabajo se abrirán no más de 200 m de zanja con anterioridad a la colocación de la tubería o colectores y no se dejará más de 200 m de zanja sin relleno luego de haber colocado los tubos o colectores, siempre y cuando las condiciones del terreno y climáticas sean las deseables.

En otras circunstancias, será el Ingeniero Fiscalizador el que indique las mejores disposiciones para el trabajo. La zanja se mantendrá sin agua durante todo el tiempo que dure la colocación de los tubos. Cuando sea necesario se deberán colocar puentes temporales sobre las zanjas sin relleno, en las intersecciones de las calles, en accesos y garajes o en terrenos afectados por la excavación; todos esos puentes serán mantenidos en servicio hasta que los requisitos que rigen el trabajo anterior al relleno

hayan sido cumplidos. Los puentes temporales estarán sujetos a la aprobación del Ingeniero Fiscalizador.

Manipuleo y Desalojo del Material Excavado.

Los materiales excavados que van a ser utilizados en el relleno de zanjas, calles y caminos, se colocarán lateralmente a lo largo de la zanja; este material se mantendrá ubicado de tal forma que no cause inconvenientes al tránsito del público.

Se preferirá colocar el material excavado a un solo lado de la zanja. Se dejará libre acceso a todos los hidrantes contra incendios, válvulas de agua y otros servicios que requieran facilidades para su operación y control. La capa vegetal removida separadamente será desalojada del lugar.

Durante la construcción y hasta que se haga la pavimentación o repavimentación definitiva o hasta la recepción del trabajo, se mantendrá la superficie del camino libre de polvo, lodo, desechos o escombros que constituyan una amenaza o peligro para el público.

El polvo será controlado en forma continua, ya sea esparciendo agua o mediante un método que apruebe la Ingeniero Fiscalizador.

Los materiales excavados que no vayan a utilizarse como relleno, serán desalojados fuera del área de los trabajos.

Todo el material de las excavaciones que no será utilizado y que ocupa un área dentro del derecho de vía, será transportado y desalojado o utilizado como relleno en cualquier otra parte.

EXCAVACIONES A MANO

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ M. mayor en ejecución de obras civiles

Materiales:

- ✓ Ninguno

EXCAVACIONES A MÁQUINA

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual
- ✓ Retroexcavadora

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Operador retroexcavadora

Materiales:

- ✓ Ninguno

CONFORMACIÓN DE TALUD

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual
- ✓ Compactador

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ M. mayor en ejecución de obras civiles

Materiales:

- ✓ Agua

Medición y Pago

La excavación de zanjas se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en obra según el proyecto. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Constructor.

Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Fiscalizador.

La conformación de talud se medirá en metros cuadrados (m²) con aproximación a la décima, determinándose el área en obra según el proyecto.

SUMISTRO Y COLOCACION DE CAMA DE ARENA e= 10 cm**Definición**

Se define como cama de arena a la acción de colocar una capa de material limo arenoso, que se coloca en el fondo de la zanja rasanteada, sobre este material se colocará la tubería PVC o de Hormigón Simple.

La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm.

Especificaciones

La cama de arena será colocada en el fondo de la zanja, donde vaya a ser colocada la tubería PVC para alcantarillado, previamente rasanteada se cubrirá con una capa de arena en un espesor de 10 cm en forma uniforme, en todo el ancho de la zanja, este material será fino de mina o río, libre de materia orgánica y material pétreo. Sobre esta cama de arena será colocada la tubería PVC presión agua potable.

La cama de arena será colocada en suelos duros o rocosos que podrían dañar a la tubería.

CAMA DE ARENA e=0.10 M

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual

Mano de Obra:

- ✓ Peón

Materiales:

- ✓ Arena

Medición y Pago

La colocación de la cama de arena será medida en m², el pago se hará al Constructor con los precios unitarios estipulados en el contrato

PROTECCIÓN Y ENTIBAMIENTO

Definición

Protección y entibamiento son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes de la excavación, para conseguir su estabilidad, y proteger y dar seguridad a los trabajadores y estructuras colindantes.

Especificaciones

El constructor deberá realizar obras de entibado, soporte provisional, en aquellos sitios donde se encuentren estratos aluviales sueltos, permeables o deleznales, que no garanticen las condiciones de seguridad en el trabajo. Donde hubiere viviendas cercanas, se deberán considerar las medidas de soporte provisionales que aseguren la estabilidad de las estructuras.

✓ Protección apuntalada

Las tablas se colocan verticalmente contra las paredes de la excavación y se sostienen en esta posición mediante puntales transversales, que son ajustados en el propio lugar.

El objeto de colocar las tablas contra la pared es sostener la tierra e impedir que el puntal transversal se hunda en ella. El espesor y dimensiones de las tablas, así como el espaciamiento entre los puntales dependerá de las condiciones de la excavación y del criterio de la fiscalización.

Este sistema apuntalado es una medida de precaución, útil en las zanjas relativamente estrechas, con paredes de cangahua, arcilla compacta y otro material cohesivo. No debe usarse cuando la tendencia a la socavación sea pronunciada.

Esta protección es peligrosa en zanjas donde se haya iniciado deslizamientos, pues da una falsa sensación de seguridad.

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Albañil

Materiales:

- ✓ Tabla dura de encofrado 0.20 m.
- ✓ Pingos de eucalipto
- ✓ Tiras de madera e= 4cm.
- ✓ Clavos

Forma de Pago

La colocación de entibados será medida en m² del área colocada directamente a la superficie de la tierra, el pago se hará al Constructor con los precios unitarios estipulados en el contrato.

CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE REVISION

Definición

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza, incluye material, transporte e instalación.

Especificaciones

Los pozos de revisión serán construidos en donde señalen los planos y/o el Ingeniero Fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o construcción de colectores.

No se permitirá que existan más de 160 metros de tubería o colectores instalados, sin que oportunamente se construyan los respectivos pozos.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial que incluyen a aquellos que van sobre los colectores.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión, deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos en una fundación adecuada, de acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y reemplazarla por material granular, o con hormigón de espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

- a) Al hacerse el fundido del hormigón de la base se formarán directamente las "medias cañas", mediante el empleo de cerchas.
- b) Se colocarán tuberías cortadas a "media caña" al fundir el hormigón, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos de alcantarillado, colocando después del hormigón de la base, hasta la mitad de los conductos del alcantarillado, cortándose a cincel la mitad superior de los tubos después de que se endurezca suficientemente el hormigón. La utilización de este método no implica el pago adicional de longitud de tubería.

Para la construcción, los diferentes materiales se sujetarán a lo especificado en los numerales correspondientes de estas especificaciones.

Se deberá dar un acabado liso a la pared interior del pozo, en especial al área inferior ubicada hasta un metro del fondo.

Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 16 mm de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20 cm y colocados a 40 cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando un saliente de 15 cm por 30 cm de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosiva y deben colocarse en forma alternada.

Los pozos con alturas de 6.00m en adelante se construirán en hormigón armado de acuerdo a los detalles constructivos

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual
- ✓ Concretera inc. Parihuelas.
- ✓ Vibrador

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Albañil
- ✓ M. mayor en ejecución de obras civiles

Materiales:

- ✓ Cemento portland
- ✓ Arena
- ✓ Ripio
- ✓ Agua
- ✓ Escalones $\varnothing = 16 \text{ mm}$
- ✓ Encofrado metálico para pozos

Forma de Pago

La construcción de los pozos de revisión se medirá en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del Ingeniero Fiscalizador, de conformidad a los diversos tipos y profundidades.

El costo incluye encofrado, desencofrado, peldaños y acero de refuerzo en los pozos mayores a 6.00m

El pago se hará con los precios unitarios estipulados en el contrato.

SALTO DE DESVÍO PARA POZOS DE REVISIÓN

Definición

Consiste en un tramo vertical de tubería PVC., que une la base del pozo de revisión y la tubería o caja de ingreso, esta estructura sirve para disminuir el impacto del agua en el cuerpo del pozo.

Especificaciones

Para realizar el salto de desvío se considera, un tramo de tubería vertical de PVC $\varnothing = 160$ mm, y como accesorio para el cambio de dirección un codo $90^\circ \times 160$ mm, por cada salto de desvío.

Las especificaciones de las tuberías y accesorios PVC alcantarillado, son las indicadas para el suministro e instalación de tubería PVC, igualmente las pruebas.

Después de haber colocado un tramo de tubería en la base del pozo, se hormigonará para tener mayor seguridad, posteriormente se rellenará, compactará y se construirá la caja de ingreso al pozo de revisión.

El salto de desvío iniciará en la caja de ingreso y finalizará en el pozo de revisión como se indica en los planos.

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Plomero
- ✓ M. mayor en ejecución de obras civiles

Materiales:

- ✓ Tubería PVC desagüe D= 200 mm
- ✓ Codo PVC desagüe D= 200mm

Medición y Pago

Los saltos de desvío serán medidos en metros lineales, determinándose su cantidad en obra y de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador.

PICADO DE POZO EXISTENTE, EMPATE DE LA TUBERÍA, Y SELLADO**Definición**

El trabajo consiste en el picado de la pared del pozo, en el nivel indicado en los diseños, con el objeto de instalar la tubería a través del mismo y desemboque o arranque del pozo, sellándolo perfectamente, igualmente se deberá picar el fondo del pozo para formar el canal.

El trabajo incluye la mano de obra, los materiales y su transporte, la limpieza del pozo y desalojo de escombros.

Especificaciones

Los trabajos de picado se los realizará manualmente desde el lado exterior del pozo, teniendo el cuidado que los escombros y basuras no ingresen en las tuberías, en un área circular no mayor de 5cm el diámetro exterior de la tubería a instalar. El fondo del pozo también deberá ser picado para luego formar el canal guía necesario para la circulación y direccionamiento de las aguas.

El sellado de la tubería se lo realizará con mortero 1:3 de modo que se garantice su estanqueidad en un ancho igual a la del espesor de la pared del pozo, de igual forma se realizará la construcción del canal guía en media caña con esta misma dosificación, debiendo pulirse y acabarse perfectamente.

El pozo y las tuberías serán limpiados de todos los materiales extraños (basuras, escombros, tierras, etc.) mismas que serán desalojadas del área de trabajo.

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Plomero

Materiales:

- ✓ Ninguno

Medición y Pago

El picado de pozo, empate de la tubería y sellado, será contabilizado para fines de pago, en unidades, sin decimales. Al efecto se determinará directamente en obra su número, sin importar el diámetro de la tubería instalada, luego de haberse rendido las pruebas de estanqueidad satisfactoriamente y haya sido aprobado por el Ing. Fiscalizador.

CONSTRUCCIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS

Definición

Se entiende por construcción de conexiones domiciliarias, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor para poner en obra: caja de revisión, tubería plástica para unir la caja con la red de alcantarillado y el empate de la tubería a la red de alcantarillado.

Especificaciones

Las cajas domiciliarias serán de hormigón simple de 180 kg/cm², sección 0.60x0.60m, prefabricadas, y de profundidad variable de 0,60 m a 1,50 m, se colocarán frente a toda casa o lote donde pueda haber una construcción futura y/o donde indique el Ingeniero Fiscalizador. La tapa de la caja será fabricada con hormigón armado de 180 kg/cm². Las cajas domiciliarias frente a los predios sin edificar se los dejará igualmente a la profundidad adecuada, y la guía que sale de la caja de revisión se taponará con bloque o ladrillo y un mortero pobre de cemento Portland.

Cada propiedad deberá tener una acometida propia al alcantarillado, con caja de revisión y tubería con un diámetro mínimo del ramal de 160 mm, este diámetro puede variar a 200mm y 250mm, según la necesidad o la carga de desfogue de aguas servidas. Cuando por razones topográficas sea imposible garantizar una salida independiente al alcantarillado, se permitirá para uno o varios lotes que por un mismo ramal auxiliar, éstos se conecten a la red, en este caso el ramal auxiliar será mínimo de 200 mm.

Los tubos de conexión deben ser enchufados a las cajas domiciliarias de hormigón simple, las mismas que deberán ubicarse en las aceras por motivos de mantenimiento, en ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes interiores, para permitir el libre curso del agua.

Una vez que se hayan terminado de instalar los tubos y accesorios de las conexiones domiciliarias, con la presencia del fiscalizador, se harán las pruebas correspondientes de funcionamiento y la verificación de que no existan fugas.

Los parámetros que se verificarán son

GRUPO	SUB GRUPO	ADMISIBILIDAD
1. Permeabilidad	1.1 En juntas de tubo	No admisible en ningún nivel
	1.2 Paredes de tubos o estructuras	No admisible en ningún nivel
	1.3 En grietas	No admisible en ningún nivel
	1.4 En conexión con la red	No admisible en ningún nivel
	1.5 Anillo de neopreno visible	No admisible en ningún nivel
2. Desviaciones de alineación	2.1 Separación de juntas	Simétricas admisibles hasta 1.5cm de separación
	2.2 Desviación axial horizontal	No admisible en ningún nivel
	2.3 Desviación axial vertical (pandeo)	Admisible 25% de tirante de agua en un máximo el 25% de la longitud del tramo
3. Deformaciones	3.1 Ovalidad	Admisible máximo 7.5% en tuberías a 30 días de instalada
	3.2 Puntual en junta	No admisible en ningún nivel
	3.3 Puntual en pared	Admisible máximo 7.5% en tuberías a 30 días de instalada
4. Agrietamiento	4.1 Transversal (circular)	No admisible en ningún nivel
	4.2 Longitudinal	No admisible en ningún nivel
	4.3 Parte de un punto	No admisible en ningún nivel
	4.4 Formación de fragmentos	No admisible en ningún nivel
	4.5 En zona de juntas	No admisible en ningún nivel
5. Rotura	5.1 Desprendimiento de tubería consecuencia de grieta	No admisible en ningún nivel
	5.2 En zona de juntas	No admisible en ningún nivel
	5.3 Oquedad con material visible	No admisible en ningún nivel
	9.1 Cambio de diámetro	No admisible en ningún nivel

6. Cambios de tubería	9.2 Cambio de material de tubería	No admisible en ningún nivel
7. Colapso		No admisible en ningún nivel

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Albañil
- ✓ M. mayor en ejecución de obras civiles

Materiales:

- ✓ Caja prefabricada de H.S. $f'c= 180\text{Kg/cm}^2$ 0.60x0.60m
- ✓ Tapa prefabricada de H.A. $f'c= 180\text{Kg/cm}^2$ 0.60x0.60cm
- ✓ Tubo novafort serie 6 160mm
- ✓ Silla yee novafort 250mm a 160mm
- ✓ Polilimpia
- ✓ Polipega

Forma de Pago

Las cantidades a cancelarse por las cajas domiciliarias de hormigón simple de las conexiones domiciliarias serán las unidades efectivamente realizadas.

RELLENOS

Definición

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar, tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

Especificaciones

✓ Relleno

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Los tubos o estructuras fundidas en sitio, no serán cubiertos de relleno, hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la

superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con el material indicado. Como norma general el apisonado hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm sobre la misma o cualquier otra estructura.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente.

En cada caso particular el Ingeniero Fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

Cuando se utilice tabla estacados cerrados de madera colocados a los costados de la tubería antes de hacer el relleno de la zanja, se los cortará y dejará en su lugar hasta una altura de 40 cm sobre el tope de la tubería a no ser que se utilice material granular para realizar el relleno de la zanja. En este caso, la remoción de la tabla estacado deberá hacerse por etapas, asegurándose que todo el espacio que ocupa la tabla estacado sea rellenado completa y perfectamente con un material granular adecuado de modo que no queden espacios vacíos.

La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos en la calles, incluyendo la instalación de sus cercos y tapas metálicas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer el servicio del tránsito lo antes posible en cada tramo.

✓ **Compactación**

El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere un alto grado de compactación. En zonas donde no existan calles ni

posibilidad de expansión de la población no se requerirá un alto grado de compactación. El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en calles importantes y aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere un alto grado de compactación (90 % Proctor). En zonas donde no existan calles ni posibilidad de expansión de la población no se requerirá un alto grado de compactación (85 % Proctor). La comprobación de la compactación se realizará mínimo cada 50 metros y nunca menos de 2 comprobaciones.

Cuando por naturaleza del trabajo o del material, no se requiera un grado de compactación especial, el relleno se realizará en capas sucesivas no mayores de 20 cm; la última capa debe colmarse y dejar sobre ella un montículo de 15 cm sobre el nivel natural del terreno o del nivel que determine el proyecto o el Ingeniero Fiscalizador. Los métodos de compactación difieren para material cohesivo y no cohesivo.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos; si el ancho de la zanja lo permite, se puede utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías. Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad de material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

Una vez que la zanja haya sido rellena y compactada, el Constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el Ingeniero Fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el Constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual
- ✓ Compactador

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Operador de equipo liviano

Materiales:

- ✓ Agua

Medición y Pago

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el Constructor le será medido para fines de pago en m³, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al Constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

LIMPIEZA Y DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE HASTA 4 KM MÁX.**Definición**

Se denominará limpieza y desalojo de material sobrante hasta 4 Km máximo, al conjunto de trabajos que deberá realizar el Constructor para que los lugares que rodeen las obras muestren un aspecto de orden y de limpieza satisfactoria al Contratante.

Especificaciones

Previamente a este trabajo todas las obras componentes del proyecto deberán estar totalmente terminadas.

El Constructor deberá retirar de los sitios ocupados aledaños a las obras las basuras o desperdicios, los materiales sobrantes y todos los objetos de su propiedad o que hayan sido usados por él durante la ejecución de los trabajos y depositarlos en los bancos del desperdicio señalados por el proyecto y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra.

En caso de que el Constructor no ejecute estos trabajos, el ingeniero Fiscalizador podrá ordenar este desalojo y limpieza a expensas del Constructor de la obra, deduciendo el importe de los gastos, de los saldos que el Constructor tenga en su favor en las liquidaciones con el Contratante.

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual
- ✓ Volqueta 8 m³
- ✓ Retroexcavadora

Mano de Obra:

- ✓ Peón
- ✓ Chofer: Volquetas
- ✓ Operador retroexcavadora

Materiales:

- ✓ Ninguno

Medición y Pago

La limpieza y desalojo de material sobrante hasta 4 Km. máx., será medido y pagado al Constructor en metros cúbicos.

Los diversos trabajos efectuados por el Constructor para el desalojo y limpieza de materiales le serán pagados de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato o estar incluido en el valor de los respectivos precios unitarios de los materiales a desalojarse.

SUM./INST.TUBERIA PLASTICA UE ALCANTARILLADO

Definición

Comprende el suministro, instalación y prueba de tubería plástica UE (Unión Elastomérica) para alcantarillado la cual consiste de conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar, en condiciones satisfactorias, una tubería continua.

Especificaciones

La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

TUBOS DE PVC RÍGIDO:

NTE INEN 2059, última versión vigente. "TUBOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO. REQUISITOS."

Los tubos de PVC deben cumplir con la rigidez anular mínima de 1 kN/m² (Método de ensayo ISO 9 969) o 8 kN/m² (Método de ensayo DIN 16961), de la Norma NTE INEN 2059, última versión vigente correspondiente a la definida por la Serie de tubo 3 mencionada en el numeral 4.3.4.2 de las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento-Quito.

El tipo de unión entre tubos o entre tubos y accesorios debe ser por medio de empaques elastoméricos.

Las secciones de los tubos perfilados requeridos, de acuerdo a la Norma NTE INEN 2059, última versión vigente, deben ser de los siguientes tipos:

- a) Tipo A1: Tubo de pared estructurada con superficie exterior perfilada e interior lisa, formados con bandas de perfil abierto nervado que se ensambla en circunferencia o en espiral.
- b) Tipo A2: Tubo de pared estructurada con superficie exterior e interior lisas formadas con bandas de perfil cerrado que se ensambla en circunferencia o en espiral.

c) Tipo B: Tubo de pared estructurada con superficies exterior corrugada e interior liso.

La rigidez anular de la tubería se establece en los diseños del proyecto.

IMPORTANTE: Los diámetros de los tubos requeridos por la Entidad contratante corresponderán al DNI (Diámetro nominal interno).

El cumplimiento de los requerimientos de Norma se verificará mediante la realización de ensayos de laboratorio.

CUADRO No. 1

REQUERIMIENTO

ESPEORES MÍNIMOS DE PARED SEGÚN EL TIPO DE PERFIL, PARA TUBOS DE PVC RÍGIDO Y PE DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA PARA ALCANTARILLADO

(1) Tabla No. 4, NTE INEN 2059, última versión vigente

(2) Tabla No. 6, NTE INEN 2059, última versión vigente

(3) Tabla No. 8, NTE INEN 2059, última versión vigente

(4) Tabla No. 5, NTE INEN 2360, última versión vigente.

(*) El diámetro interno del tubo es el utilizado en las Normas de Diseño de la EP-EMAPA-A-Q.

	PVC: NTE INEN 2059		PE: NTE INEN 2360				
	última versión vigente		última versión vigente				
	A1 (1)	A2 (2)	B (3)			B (4)	
Ø(*)	e1	e1	e1	e2	e3	e1	e3
mm	Mm	Mm	mm	mm	mm	mm	mm
160	0,80	-	0,70	0,55	0,81	-	-
200	0,80	-	0,80	0,69	1,03	3,00	4,29
250	0,80	-	1,03	0,85	1,29	4,00	5,71
300	0,94	-	1,35	1,18	1,75	4,00	5,71
350	1,09	1,78	1,63	1,31	2,04	4,57	6,53

IMPORTANTE: La rigidez anular MÍNIMA en ningún caso debe ser menor a 1 kN/m² (Método de ensayo ISO 9969) ó 8 kN/m² (Método de Ensayo DIN 16961).

INSTALACIÓN Y PRUEBA DE LA TUBERÍA PLÁSTICA:

Corresponde a todas las operaciones que debe realizar el Constructor, para instalar la tubería y luego probarla, a satisfacción del Fiscalizador.

Se entiende por tubería plástica todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular. La tubería plástica de uso generalizado, se fabrica de materiales termoplásticos.

Se debe tomar las precauciones necesarias para evitar daños en las tuberías, durante el transporte y almacenaje.

Las pilas de tubería PVC se deben colocar sobre una base horizontal durante su almacenamiento y se la hará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La altura de las pilas y en general la forma de almacenamiento será la que recomiende el fabricante.

Se almacenará la tubería plástica en los sitios que autorice el Fiscalizador, de preferencia bajo cubierta o protegida de la acción directa del sol o calentamiento.

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos plásticos.

A fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

-Uniones de sello elastomérico: Consisten en un acoplamiento de un manguito de plástico con ranuras internas para acomodar los anillos de caucho correspondientes. La tubería termina en extremos lisos provisto de una marca que indica la posición correcta del acople. Se coloca primero el anillo de caucho o elastómero dentro del manguito de plástico en su posición correcta, previa limpieza de las superficies de contacto. Se limpia luego la superficie externa del extremo del tubo, aplicando luego el lubricante que deberá ser de tipo orgánico, tal como manteca o aceite vegetal o animal; en ningún caso se aplicarán lubricantes derivados del petróleo. Una vez colocado el lubricante, se enchufa la tubería en el acople hasta la marca.

Los anillos de caucho o elastómeros, cumplirán lo dispuesto en la norma ASTM F477.

Procedimiento de instalación:

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales, 1,00 m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La instalación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor a 5,00 (cinco) milímetros, de la alineación o nivel del proyecto, cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que descansa en toda su longitud sobre el fondo de la zanja, la que se prepara previamente utilizando el material propio de la excavación cuando es aceptable, o una cama de material granular fino preferentemente arena. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madero y/o soportes de cualquier otra índole.

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia aguas arriba.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazando los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas, la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería para evitar que flote o se deteriore el material pegante.

a. *Adecuación del fondo de la zanja.*

Como lo indiquen los planos o señale el fiscalizador, el Contratista adecuará el fondo de la zanja utilizando el material propio de la excavación cuando éste es aceptable, o una cama de apoyo para el tubo utilizando material granular fino, por ejemplo arena.

b. *Juntas.*

Las juntas de las tuberías de Plástico serán las que se indica en las Normas: NTE INEN 2059, última versión vigente; NTE INEN 2360, última versión vigente. El oferente deberá incluir en el costo de la tubería, el valor de la unión.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas.

Cuando, por cualquier motivo, sea necesaria una suspensión de trabajos, se deberá corchar la tubería con tapones adecuados.

Una vez terminadas las juntas con pegamento, éstas se deberán mantener libres de la acción perjudicial del agua hasta que haya secado el material pegante; así mismo, se las protegerá del sol.

A medida que los tubos plásticos sean colocados, se realizará el relleno de la zanja cuidando de colocar y compactar adecuadamente a ambos lados de la tubería en capas no mayores a 30 cm, hasta lograr una altura de relleno de 30 cm a 40 cm por encima de la tubería; la compactación deberá lograr mínimo el 95% del PROCTOR

STANDARD. Luego se realizará el relleno total de las zanjas según las especificaciones respectivas.

Cuando por circunstancias especiales, el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado, esté la tubería a un nivel inferior del nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos y sus juntas, serán aprobados por el Constructor en presencia del Fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate deberán llenar los siguientes requisitos:

- ✓ Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- ✓ Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- ✓ Resistencia a roturas.
- ✓ Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- ✓ Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- ✓ No deben ser absorbentes.
- ✓ Economía de costos de mantenimiento.

Prueba hidrostática accidental:

Esta prueba consistirá en dar a la parte más baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de 2 m. Se hará anclando con relleno de material producto de la excavación, la parte central de los tubos y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y acusaran fugas, el Constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas

pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el Fiscalizador quede satisfecho. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

- ✓ Cuando el Fiscalizador tenga sospechas fundadas que las juntas están defectuosas.
- ✓ Cuando el Fiscalizador recibió provisionalmente, por cualquier circunstancia, un tramo existente entre pozo y pozo de visita.
- ✓ Cuando las condiciones del trabajo requieran que el Constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia se puedan ocasionar movimientos en las juntas, en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

Prueba hidrostática sistemática:

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental. Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 m³ de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una manguera de 15 cm (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a probar. En el pozo de visita aguas abajo, el Contratista colocará una bomba para evitar que se forme un tirante de agua. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien hechas, ya que de no ser así, presentarían fugas en estos sitios. Esta prueba se hará antes de rellenar las zanjas. Si se encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el Constructor procederá a reparar las juntas defectuosas y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el Fiscalizador apruebe el tramo.

El Fiscalizador solamente recibirá del Constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiendo verificado previamente la prueba de impermeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud.

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual
- ✓ Bomba para prueba de tuberías de presión

Mano de Obra:

- ✓ Plomero
- ✓ M. mayor en ejecución de obras civiles

Materiales:

- ✓ Tubo novafort serie 6 250 – 200 mm
- ✓ Polipega
- ✓ Polilimpia

Forma de Pago

El suministro, instalación y prueba de las tuberías de plástico se medirá en metros lineales, con dos decimales de aproximación. Su pago se realizará a los precios estipulados en el contrato.

Se tomará en cuenta solamente la tubería que haya sido aprobada por el Fiscalizador. Las muestras para ensayo que utilice la Fiscalización y el costo del laboratorio, son de cuenta del Contratista.

TAPAS Y CERCOS**Definición**

Se entiende por colocación de cercos y tapas, al conjunto de operaciones necesarias para poner en obra, las piezas especiales que se colocan como remate de los pozos de revisión, a nivel de la calzada.

Especificaciones

Los cercos y tapas para los pozos de revisión pueden ser de hierro fundido (HF) y/o hierro dúctil (HD) y/o hormigón armado (HA); su localización y tipo a emplearse se indican en los planos respectivos.

Los cercos y tapas de hierro fundido (HF) para pozos de revisión deben cumplir con las Normas NTE INEN 2 481:2009 y NTE INEN 2 496:2009. La fundición de hierro gris debe ser de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal. Todas las piezas serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura uniforme, que dé en frío una

consistencia tenaz y elástica (no vidriosa); Deben llevar el marcado requerido por las normas y por la Empresa. Las tapas de hormigón armado deben ser diseñadas y construidas para el trabajo al que van a ser sometidas, el acero de refuerzo será de resistencia $f_y = 4.200 \text{ Kg/cm}^2$. y el hormigón mínimo de $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Los cercos y tapas deben colocarse perfectamente nivelados con respecto a pavimentos y aceras; serán asentados con mortero de cemento-arena de proporción 1:3.

Equipo Mínimo:

- ✓ Herramienta manual

Mano de Obra:

- ✓ Peón

Materiales:

- ✓ Tapa y cerco HF para pozo de revisión $D=600\text{MM}$

Forma de Pago

Los cercos y tapas de pozos de revisión serán medidos en unidades, determinándose su número en obra y de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizado

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Se dispuso de una plataforma georreferenciada de la orografía del sector Cullualo - San Miguel de la parroquia Quinchicoto del cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua mediante el levantamiento topográfico utilizando equipo de Topografía RTK de precisión, para el estudio se tomaron 1000 puntos con sus respectivas elevaciones para el establecimiento de un plano de zonificación de la zona involucrada.
- ✓ Se levanto la información necesaria para estructurar los parámetros de diseño del Alcantarillado Sanitario del sector Cullualo - San Miguel de la parroquia Quinchicoto del cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua, con la colaboración de las autoridades del GAD Parroquial de Quinchicoto mediante la asistencia y análisis del sitio de estudio y la búsqueda de bibliografía que permita obtener la información para estructurar nuestro sistema de alcantarillado.
- ✓ De acuerdo a las normas nacionales e internaciones se implementó el diseño del alcantarillado de los Sectores Cullualo (Zona 1 - Zona 2) y San Miguel (Zona 3 – Zona 4) para una población futura aproximada de 255 habitantes, procediéndose a calcular el caudal de diseño por zonas acumulados y por tramos obteniéndose para la Zona 1 un caudal de diseño de 0,267 lt/seg con un caudal instantáneo 0,226 lt/seg, conexiones erradas 0,035 lt/seg y de infiltración 0,0061 lt/seg caudales que son desembocados en un pozo existente de profundidad de 1,3m. Para la Zona 2 se obtuvo un caudal de diseño de 2,239 lt/seg con un caudal instantáneo 1,883 lt/seg, conexiones erradas 0,291 lt/seg y de infiltración 0,065 lt/seg. Para la Zona 3 se obtuvo un caudal de diseño de 1,33 lt/seg con un caudal instantáneo 1,127 lt/seg, conexiones erradas 0,174 lt/seg y de infiltración 0,031 lt/seg caudales que son desembocados en un pozo existente de profundidad de 1,8 m. Para la Zona 4 se obtuvo un caudal de diseño de 0,492 lt/seg con un caudal instantáneo 0,4172 lt/seg, conexiones erradas 0,0646 lt/seg y de infiltración 0,01 lt/seg.
- ✓ Los resultados de la evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Quinchicoto demuestran que se encuentra trabajando de una manera adecuada para la cual fue diseñada con la novedad que se debe controlar los caudales provenientes de agua de regadío y de empresas o fábricas existentes,

puesto que al realizar el análisis del DBO5 tanto en el influente 456,1 y efluente 158,7 supera los límites establecidos para ser considerados un agua residual domestica clásica.

- ✓ El presente proyecto presenta una cotización estimada de 124597,93 dólares valor que no incluye IVA con la presentación de 26 rubros desglosados en el presupuesto general y especificaciones técnicas que conllevan los mismos, valor destinado al beneficio y mejoramiento de vida de los habitantes de los sectores involucrados

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realiza una visita previa a la zona de implementación del sistema de alcantarillado para delimitar el área de estudio e identificar de manera presencial el relieve y orografía con la implementación de un estudio de suelos del sitio para dar inicio al proceso constructivo.
- ✓ Se recomienda ubicar un sitio adecuado para la instalación del equipo topográfico RTK puesto que a que maneja señales a grandes distancias puede conllevar un error mayor a lo previsto.
- ✓ Se recomienda realizar el diseño del sistema de alcantarillado siendo cautelosos al momento de elegir el material y diámetro de la tubería puesto que puede conllevar a problemas de sub dimensionamiento o sobredimensionamiento de nuestro diseño hidráulica y en sí de nuestro sistema de alcantarillado.
- ✓ Se recomienda controlar las descargas industriales y de regadío que son depositadas a la red del sistema de alcantarillado de la parroquia y posteriormente trasladadas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales debido a que dichas aguas afectan al correcto funcionamiento de la PTAR en evaluación.
- ✓ Se recomienda tomar las muestras de agua residual en la PTAR con las medidas adecuadas de protección ya que al ser una infraestructura que maneja desechos y aguas residuales trae consigo contaminantes que pueden afectar la salud de los involucrados en el estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CUNALATA F, “Sistema de alcantarillado sanitario y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes,” p. 259, 2015.
- [2] M. En Ingeniería, “ALGUNOS ASPECTOS DEL TRÁNSITO DE AVENIDAS EN UNA RED DE ALCANTARILLADO.,” 2008.
- [3] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico, “Política Nacional de Agua y Saneamiento,” p. 36, 2002, [Online]. Available: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu34716anx.pdf>.
- [4] D. Navarrete, L. Tinoco, T. Borodulina, and C. Muñoz, *DISEÑO, CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PTAR's SAN AGUSTIN*. 2018.
- [5] Comisión Nacional del Agua, “Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado Sanitario,” *Man. agua potable, alcantarillado y Saneam.*, p. 132, 2009, [Online]. Available: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SG APDS-29.pdf>.
- [6] OPS, “Guías Para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado,” *Organ. Panam. La Salud - Cepi*, p. 73, 2005, [Online]. Available: <http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/sanea/169esp-diseno-alcantar.pdf>.
- [7] A. Aldas., *Universidad Tecnica de Ambato*. 2014.
- [8] U. T. D. E. Ambato and C. Civil, “DRENAJE URBANO,” 2018.
- [9] A. Torres-Degro, “Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matematico lineal, geometrico y exponencial,” *CIDE Digit. (Etapa I)*, vol. 2, no. 1, pp. 143–162, 2008, [Online]. Available: <http://journals.upr.edu/index.php/cidedigital/article/view/11774>.
- [10] disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural : N. co. 10. .-602 orma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, “Doc8330-B.Pdf.” .
- [11] B. P. Lárraga Jurado, “Diseño del Sistema de Agua Potable para Augusto Valencia, Cantón Vinces, Provincia de los Ríos,” *Pontif. Univ. Católica Del Ecuador*, pp. 1–195, 2016, [Online]. Available: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13464/BOLÍVAR PATRICIO LÁRRAGA JURADO_.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [12] CO 10.7, “Código Ecuatoriano De La Construcción De Parte Ix Obras Sanitarias,” no. 6, p. 420, 2016, [Online]. Available: http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf.
- [13] SENAGUA, “Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.,” *Secr. del*

Agua, pp. 1–44, 2016, [Online]. Available: https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_rural_para_estudios_y_disenos.pdf

- [14] A. Pérez *et al.*, “NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q,” *BMC Public Health*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/article/view/298>
<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jana.2015.10.005>
<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/58>
<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&P>.
- [15] RAS, “Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico Ras – 2000 Sección II Título D Sistemas De Recolección Y Evacuación De Aguas Residuales Domésticas Y Pluviales,” *Minist. Desarro. Económico, Dir. Agua Potable y Saneam. Básico*, vol. 22 De Novi, p. 45, 2000, [Online]. Available: http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7._Tratamiento_de_aguas_residuales.pdf.
- [16] EMAAP-Q, “Redes de alcantarillado sanitario,” in *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-Q*, Quito, 2009, pp. 29–41.
- [17] INEN, “Instituto Ecuatoriano de Normalizacion,” *Norma Tec. Ecuatoriana NTE 176*, 2006.
- [18] Norma Boliviana, “Reglamento tecnico de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. Republica de Bolivia.,” *Minist. del agua viceministerio Serv. basicos*, 2007.
- [19] Norma Boliviana, *Reglamento tecnico de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. Republica de Bolivia.* .
- [20] G. Cañar and C. De la Torre, “Universidad Técnica De Ambato,” *Repo.Uta.Edu.Ec*, p. 130, 2011, [Online]. Available: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>.
- [21] UNATSABAR, “Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado,” Lima, 2005, pp. 21–34.
- [22] C. D. E. Derecho, “*La Problemática Jurídico Social De La Servidumbre De Tránsito , En La Parroquia La Magdalena Del.* 2015.
- [23] Belzona Inc., “Guía de Aplicaciones Belzona en Equipos de Tratamiento de Aguas Residuales-Tratamiento de Aguas Residuales,” *Belzona*, p. 40, 2010, [Online]. Available: <https://www.belzona.com/es/industries/wastewater.aspx>.
- [24] “INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES VOL. 2 - METCALF AND EDDY.pdf.” .
- [25] P. N. L. SALTOS, “Universidad técnica de ambato facultad de ingeniería civil

y mecánica carrera ingeniería civil,” 2015.

- [26] L. M. Ramos-Ortega, L. A. Vidal, V. Q. Sandra, and L. Saavedra-Díaz, “Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la Bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano,” *Acta Biol. Colomb.*, vol. 13, no. 3, pp. 87–98, 2010.
- [27] “Qué son las aguas residuales y cómo se clasifican - descúbrelo aquí.” <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-residuales-y-como-se-clasifican-1436.html> (accessed Jan. 16, 2021).
- [28] Metcalf and Eddy, *Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1: Tratamiento, vertido y reutilización*. 1995.
- [29] CONAGUA, *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos anaerobios. Volumen 19*. 2016.
- [30] GAD PARROQUIAL QUINCHICOTO, “CONTENIDOS DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO.”

ANEXOS

ANEXO 1: Anexo Fotográfico

FOTO # 1	FOTO # 2
	
Reconocimiento del lugar.	Instalación del equipo topográfico.
FOTO # 3	FOTO # 4
	
Levantamiento de puntos	Medición de Pozos Existentes
FOTO # 5	FOTO # 6
	
Reconocimiento de la PTAR Quinchicoto	Toma de caudales y muestras dentro de la PTAR.

ANEXO 2: Puntos Levantamiento Topográfico

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
1	9847798.26	761224.695	3256.619
2	9847558.75	760601.421	3346.767
3	9847560.35	760600.968	3346.888
4	9847562.31	760600.803	3347.005
5	9847563.51	760606.473	3346.496
6	9847561.99	760607.003	3346.409
7	9847559.57	760607.816	3346.259
8	9847556.99	760603.014	3345.947
9	9847561.45	760612.289	3346.027
10	9847562.89	760611.814	3345.941
11	9847564.54	760611.386	3346.003
12	9847567.53	760622.239	3344.492
13	9847566.56	760622.635	3344.45
14	9847564.53	760623.04	3344.54
15	9847567.1	760633.023	3343.104
16	9847568.78	760632.581	3343.111
17	9847569.98	760632.24	3343.266
18	9847565.75	760632.908	3342.947
19	9847564.49	760626.756	3342.948
20	9847572.22	760642.447	3341.774
21	9847570.79	760642.793	3341.65
22	9847569.33	760643.476	3341.705
23	9847569.73	760650.612	3340.513
24	9847571.6	760649.993	3340.658
25	9847574.02	760649.478	3340.97
26	9847574.51	760652.629	3340.534
27	9847572.46	760653.135	3340.294
28	9847569.32	760655.174	3340.205
29	9847571.7	760656.776	3340.237
30	9847573.68	760656.456	3339.836
31	9847575.56	760656.294	3340.162
32	9847565.32	760651.947	3340.068
33	9847576.13	760670.254	3338.013
34	9847578	760669.981	3337.973
35	9847579.55	760669.893	3338.177
36	9847581.82	760681.044	3336.477
37	9847580.51	760681.464	3336.316
38	9847579.12	760681.817	3336.45
39	9847582.19	760679.074	3336.947

40	9847583.39	760688.376	3335.289
41	9847581.91	760688.58	3335.28
42	9847580.46	760689.102	3335.337
43	9847582.52	760699.693	3333.68
44	9847583.87	760699.245	3333.574
45	9847585.32	760698.692	3333.677
46	9847587.14	760705.855	3332.316
47	9847585.87	760706.321	3332.209
48	9847583.93	760707.041	3332.232
49	9847582.85	760705.351	3333.104
50	9847584.68	760712.499	3331.489
51	9847586.6	760711.819	3331.228
52	9847588.5	760712.555	3331.053
53	9847589.95	760718.987	3329.695
54	9847588.24	760719.152	3329.552
55	9847586.28	760719.457	3329.707
56	9847586.79	760725.322	3327.835
57	9847589.53	760725.515	3328.143
58	9847592.41	760725.578	3328.2
59	9847598.87	760726.32	3328.217
60	9847599	760729.34	3328.356
61	9847599.04	760732.826	3328.356
62	9847589.86	760732.581	3328.071
63	9847588.95	760729.385	3327.986
64	9847589.12	760726.208	3327.991
65	9847584.25	760725.631	3327.488
66	9847583.51	760728.772	3327.534
67	9847582.5	760731.694	3327.505
68	9847576.68	760730.735	3326.828
69	9847577	760727.439	3326.813
70	9847577.57	760724.337	3326.735
71	9847569.22	760722.019	3325.685
72	9847567.73	760724.878	3325.66
73	9847566.29	760727.999	3325.561
74	9847570.96	760722.993	3325.936
75	9847585.61	760726.31	3327.685
76	9847576.29	760731.588	3326.643
77	9847572.73	760730.752	3326.347
78	9847568.12	760729.622	3325.939
79	9847569.56	760733.358	3326.144
80	9847571.86	760736.055	3326.223
81	9847574.93	760734.349	3326.093
82	9847578.88	760732.361	3326.1
83	9847584.04	760733.691	3325.421
84	9847583.34	760735.787	3325.341
85	9847581.01	760739.097	3325.355

86	9847578	760737.98	3325.791
87	9847578.81	760735.246	3325.832
88	9847579.97	760732.607	3325.955
89	9847590.52	760742.35	3323.937
90	9847592.12	760739.706	3324.023
91	9847593.57	760737.288	3324.202
92	9847599.11	760739.765	3323.285
93	9847597.38	760741.549	3323.113
94	9847595.15	760744.285	3322.732
95	9847598.95	760749.046	3321.373
96	9847601.76	760747.884	3321.384
97	9847605.26	760745.845	3321.325
98	9847609.59	760755.344	3319.303
99	9847606.64	760756.622	3319.431
100	9847603.45	760758.087	3319.218
101	9847606.58	760767.09	3317.446
102	9847609.63	760766.151	3317.583
103	9847612.97	760764.96	3317.469
104	9847603.33	760768.407	3317.388
105	9847611.36	760781.106	3314.682
106	9847613.85	760780.63	3314.759
107	9847616.29	760779.703	3314.658
108	9847620.18	760794.16	3311.998
109	9847618.12	760794.955	3312.081
110	9847615.4	760795.715	3311.92
111	9847617.92	760805.276	3310.088
112	9847620.29	760804.531	3310.216
113	9847622.88	760803.75	3310.112
114	9847627.26	760817.699	3307.075
115	9847624.88	760818.532	3307.084
116	9847622.28	760819.266	3307
117	9847627.67	760833.014	3303.657
118	9847630.09	760832.2	3303.674
119	9847632.67	760831.054	3303.595
120	9847636.31	760840.641	3301.574
121	9847634.44	760841.455	3301.731
122	9847631.6	760842.433	3301.639
123	9847635.93	760852.436	3299.817
124	9847638.44	760851.371	3299.973
125	9847641.11	760850.165	3299.841
126	9847646.31	760861.515	3298.325
127	9847643.77	760862.837	3298.413
128	9847640.79	760864.166	3298.266
129	9847645.69	760874.135	3297.472
130	9847648.73	760872.763	3297.527
131	9847651.15	760871.646	3297.326

132	9847655.47	760882.641	3296.676
133	9847653.15	760883.85	3296.769
134	9847649.98	760885.321	3296.583
135	9847656.22	760876.984	3297.052
136	9847651.49	760888.544	3296.468
137	9847654.37	760887.391	3296.57
138	9847656.87	760886.645	3296.458
139	9847659.5	760888.977	3296.233
140	9847660.86	760896.953	3296.004
141	9847658.81	760898.078	3296.038
142	9847656.63	760899.06	3295.928
143	9847662.97	760896.73	3295.968
144	9847665.46	760907.968	3295.532
145	9847663.33	760908.87	3295.623
146	9847660.66	760910.113	3295.645
147	9847658.76	760911.374	3296.137
148	9847664.91	760920.138	3295.188
149	9847668.08	760918.632	3295.24
150	9847670.23	760917.534	3295.098
151	9847663.05	760920.789	3295.432
152	9847669.67	760930.296	3294.958
153	9847673.03	760928.909	3294.784
154	9847675.32	760928.016	3294.651
155	9847677.27	760934.015	3294.379
156	9847674.95	760935.133	3294.409
157	9847672.13	760936.078	3294.594
158	9847670.81	760933.298	3295.078
159	9847680.42	760946.396	3293.472
160	9847678.23	760947.692	3293.395
161	9847676.18	760950.815	3293.372
162	9847679.16	760961.664	3292.433
163	9847682.18	760960.819	3292.461
164	9847685.37	760959.977	3292.542
165	9847686.72	760966.018	3291.974
166	9847683.71	760967.247	3292.072
167	9847680.89	760968.119	3292.052
168	9847686.49	760959.759	3291.844
169	9847689.26	760976.556	3291.452
170	9847687.19	760977.586	3291.527
171	9847684.26	760978.622	3291.47
172	9847688.06	760988.857	3291.243
173	9847690.97	760987.914	3291.151
174	9847693.31	760987.214	3290.951
175	9847678.1	760991.048	3292.368
176	9847694.48	761005.301	3290.683
177	9847697.15	761004.404	3290.727

178	9847699.3	761003.324	3290.656
179	9847705.01	761017.146	3290.392
180	9847702.4	761018.589	3290.37
181	9847699.73	761019.675	3290.309
182	9847702.9	761028.285	3290.237
183	9847705.86	761027.183	3290.082
184	9847708.34	761025.679	3290.066
185	9847711.54	761031.146	3289.749
186	9847710.63	761033.208	3289.772
187	9847709.69	761036.667	3289.907
188	9847715.04	761037.978	3289.495
189	9847715.33	761034.885	3289.357
190	9847715.56	761032.516	3289.368
191	9847724.65	761030.6	3287.962
192	9847725.22	761032.82	3287.892
193	9847726.06	761035.853	3287.851
194	9847723.8	761025.812	3289.2
195	9847735.16	761028.068	3286.158
196	9847735.87	761030.749	3286.134
197	9847736.5	761033.543	3286.047
198	9847745.78	761030.299	3283.802
199	9847745.2	761027.163	3283.911
200	9847744.91	761024.446	3283.818
201	9847754.26	761023.572	3281.848
202	9847753.86	761026.186	3281.788
203	9847753.16	761029.213	3281.665
204	9847762.99	761030.932	3279.691
205	9847761.17	761032.569	3279.727
206	9847758.87	761034.546	3279.706
207	9847772.53	761046.347	3275.801
208	9847770.17	761047.897	3276.029
209	9847767.63	761049.741	3275.877
210	9847781.84	761059.163	3273.101
211	9847779.86	761060.763	3273.302
212	9847777.79	761062.48	3273.265
213	9847790.61	761079.344	3270.614
214	9847792.95	761077.946	3270.665
215	9847795.64	761076.202	3270.74
216	9847748.96	761092.457	3279.517
217	9847800.46	761093.497	3268.222
218	9847802.89	761091.919	3268.195
219	9847805.33	761090.161	3268.029
220	9847813.8	761103.586	3266.229
221	9847811.12	761105.125	3266.343
222	9847808.92	761106.415	3266.236
223	9847810.63	761111.29	3265.938

224	9847813.04	761110.377	3265.976
225	9847815.84	761109.334	3265.855
226	9847816.83	761108.029	3265.873
227	9847809.31	761111.34	3266.108
228	9847811.97	761122.378	3264.89
229	9847814.82	761121.917	3265.061
230	9847817.92	761121.391	3265.103
231	9847819	761133.332	3263.389
232	9847816.39	761133.671	3263.464
233	9847813.19	761133.947	3263.229
234	9847812.82	761152.897	3259.402
235	9847816.56	761152.642	3259.507
236	9847819.92	761152.612	3259.307
237	9847816.68	761169.37	3256.297
238	9847814.39	761169.432	3256.384
239	9847811.26	761169.381	3256.301
240	9847809.69	761189.181	3253.125
241	9847812.71	761189.2	3253.244
242	9847815.14	761189.041	3253.193
243	9847812.9	761211.856	3250.188
244	9847810.53	761211.971	3250.278
245	9847807.28	761211.532	3250.326
246	9847802.16	761212.073	3250.034
247	9847802.54	761216.258	3250.029
248	9847813.89	761215.233	3249.664
249	9847812.85	761223.838	3248.781
250	9847810.39	761223.793	3248.973
251	9847806.71	761223.833	3248.979
252	9847806.65	761231.771	3248.129
253	9847810	761232.184	3248.019
254	9847813.4	761233.11	3247.916
255	9847886.89	761198.445	3244.077
256	9847897.7	761218.081	3243.135
257	9847810.75	761244.89	3246.532
258	9847808.31	761245.186	3246.602
259	9847804.57	761244.758	3246.47
260	9847803.3	761260.71	3244.552
261	9847806.46	761261.662	3244.796
262	9847809.14	761262.063	3244.692
263	9847807.4	761270.827	3243.774
264	9847805.26	761270.892	3243.82
265	9847802.36	761270.719	3243.532
266	9847797.74	761271.032	3243.473
267	9847801.36	761285.66	3242.298
268	9847804.17	761285.917	3242.295
269	9847806.52	761285.978	3242.049

270	9847809.05	761285.969	3241.686
271	9847805.42	761307.689	3240.414
272	9847802.98	761307.968	3240.499
273	9847800.18	761308.041	3240.248
274	9847799.62	761322.483	3239.293
275	9847802	761322.775	3239.384
276	9847804.9	761322.669	3239.123
277	9847807.04	761323.981	3238.899
278	9847804.29	761347.377	3237.647
279	9847801.45	761347.542	3237.762
280	9847798.61	761347.418	3237.729
281	9847805.1	761347.665	3237.669
282	9847804.16	761355.752	3237.415
283	9847801.3	761356.047	3237.429
284	9847799.09	761356.036	3237.413
285	9847798.05	761355.986	3237.537
286	9847799.55	761364.768	3237.313
287	9847800.12	761364.382	3236.91
288	9847802.32	761364.683	3236.921
289	9847804.6	761364.616	3236.858
290	9847804.49	761358.811	3237.239
291	9847801.79	761358.862	3237.275
292	9847799.29	761359.164	3237.258
293	9847793.58	761357.261	3238.251
294	9847793.29	761359.896	3237.949
295	9847792.77	761365.558	3237.676
296	9847789.46	761365.795	3237.837
297	9847786.18	761366.054	3237.834
298	9847786.08	761362.079	3237.899
299	9847786.03	761358.069	3238.118
300	9847781.18	761358.153	3237.917
301	9847780.69	761361.155	3237.657
302	9847782.11	761366.409	3237.431
303	9847783.31	761367.046	3237.757
304	9847772.92	761359.142	3237.181
305	9847772.97	761363.053	3236.916
306	9847773.41	761367.148	3236.673
307	9847758.46	761360.847	3235.554
308	9847758.6	761364.644	3235.2
309	9847758.69	761368.215	3235.031
310	9847746.85	761362.28	3235.244
311	9847747.02	761365.375	3234.765
312	9847747.58	761369.79	3233.95
313	9847734.55	761364.179	3234.723
314	9847735.65	761367.959	3234.575
315	9847737.78	761372.185	3234.115

316	9847731.14	761377.828	3233.996
317	9847719.84	761365.601	3236.037
318	9847719.84	761372.5	3235.406
319	9847710.53	761366.052	3237.142
320	9847711.22	761373.568	3236.835
321	9847710.71	761385.732	3236.927
322	9847709.69	761394.226	3237.323
323	9847718.81	761392.624	3235.846
324	9847723.02	761384.711	3235.048
325	9847725.09	761386.559	3234.724
326	9847727.83	761399.747	3235.177
327	9847752.45	761394.1	3232.015
328	9847759.93	761400.836	3231.994
329	9847726.4	761400.931	3235.546
330	9847718.75	761402.497	3236.678
331	9847713.41	761402.345	3237.257
332	9847707.43	761406.168	3237.582
333	9847697.85	761410.03	3237.195
334	9847696.05	761402.589	3237.331
335	9847704.68	761399.602	3238.047
336	9847708.26	761405.951	3237.592
337	9847711.43	761415.464	3236.97
338	9847720.48	761415.858	3236.607
339	9847722.27	761412.438	3236.302
340	9847701.28	761419.905	3236.35
341	9847698.03	761413.061	3236.66
342	9847694.29	761403.628	3236.903
343	9847694.34	761403.634	3236.903
344	9847695.09	761425.575	3236.405
345	9847697.44	761422.131	3236.377
346	9847697.21	761415.869	3235.738
347	9847689.18	761413.675	3234.564
348	9847691.26	761411.391	3234.694
349	9847693.78	761409.777	3234.812
350	9847680.63	761404.702	3232.844
351	9847682.96	761402.163	3233.15
352	9847684.67	761400.495	3233.227
353	9847681.38	761392.036	3232.82
354	9847678.53	761393.122	3232.538
355	9847674.3	761395.386	3232.121
356	9847670.92	761383.667	3231.793
357	9847622.27	761331.026	3228.43
358	9847620.89	761333.879	3227.769
359	9847629.4	761340.152	3228.369
360	9847631.78	761338.052	3228.736
361	9847639.93	761348.635	3229.326

362	9847639.92	761348.622	3229.315
363	9847612.28	761329.031	3227.676
364	9847611.56	761332.229	3227.391
365	9847595.62	761329.055	3227.821
366	9847596.9	761334.769	3227.132
367	9847592.12	761338.023	3226.651
368	9847589.12	761336.009	3226.499
369	9847586.77	761333.37	3226.979
370	9847579.57	761339.99	3225.871
371	9847581.64	761342.403	3225.374
372	9847582.99	761345.546	3225.281
373	9847573.2	761352.501	3224.495
374	9847575.99	761354.909	3224.395
375	9847571.04	761350.117	3224.856
376	9847564.4	761365.663	3223.654
377	9847543.29	761404.282	3221.271
378	9847546.68	761406.127	3221.222
379	9847540.43	761403.561	3221.25
380	9847537.89	761418.238	3220.378
381	9847534.74	761416.452	3220.359
382	9847530.97	761415.354	3220.519
383	9847522.66	761433.265	3219.256
384	9847519.96	761430.276	3219.105
385	9847517.8	761428.02	3219.367
386	9847498.72	761445.445	3217.616
387	9847497.27	761442.564	3217.577
388	9847494.74	761441.043	3218.008
389	9847477.6	761449.611	3216.282
390	9847478.6	761452.81	3216.206
391	9847479.87	761456.325	3216.042
392	9847458.51	761462.183	3214.709
393	9847457.65	761458.899	3214.775
394	9847456.44	761455.709	3214.959
395	9847422.51	761466.747	3212.681
396	9847421.57	761463.855	3212.613
397	9847421.46	761461.697	3212.752
398	9847408.62	761467.67	3212.018
399	9847408.22	761465.695	3212.081
400	9847408.34	761462.979	3212.152
401	9847401.88	761463.816	3212.096
402	9847401.95	761466.613	3211.899
403	9847402.26	761468.925	3211.665
404	9847394.77	761470.678	3211.219
405	9847393.86	761468.474	3211.386
406	9847393.31	761466.521	3211.396
407	9847384.19	761469.069	3210.602

408	9847384.25	761471.24	3210.477
409	9847384.74	761473.659	3210.335
410	9847375.5	761476.597	3210.401
411	9847373.97	761475.338	3210.431
412	9847372.52	761474.777	3209.219
413	9847360.68	761486.287	3207.21
414	9847361.99	761488.275	3207.11
415	9847363.84	761489.455	3207.066
416	9847354.16	761505.227	3204.248
417	9847352.02	761504.132	3204.236
418	9847350.22	761502.7	3204.263
419	9847343.08	761523.428	3201.986
420	9847339.32	761525.039	3201.803
421	9847337.05	761524.543	3201.695
422	9847332.94	761541.029	3200.76
423	9847330.66	761540.976	3200.723
424	9847328.27	761540.907	3200.622
425	9847322.41	761554.383	3200.074
426	9847323.76	761556.196	3200.015
427	9847325.59	761556.953	3199.991
428	9847319.33	761573.704	3199.559
429	9847317.14	761573.171	3199.606
430	9847315.1	761572.445	3199.611
431	9847307.03	761592.944	3198.954
432	9847308.79	761593.767	3199.003
433	9847310.75	761594.552	3199
434	9847306.43	761605.986	3198.116
435	9847304.55	761605.64	3198.161
436	9847302.24	761604.964	3198.06
437	9847298.11	761619.185	3196.987
438	9847299.97	761620.252	3196.912
439	9847301.9	761621.356	3196.782
440	9847301.3	761625.51	3196.255
441	9847298.37	761627.209	3196.273
442	9847295.95	761627.886	3196.254
443	9847294.1	761634.101	3195.662
444	9847294.72	761635.026	3195.599
445	9847299.31	761630.76	3195.784
446	9847302.49	761627.807	3195.804
447	9847311.9	761633.426	3195.709
448	9847302.38	761642.395	3195.52
449	9847296.41	761647.917	3195.401
450	9847299.51	761647.655	3195.444
451	9847303.62	761643.233	3195.553
452	9847307.98	761639.273	3195.619
453	9847306.62	761648.639	3195.094

454	9847304.53	761649.558	3195.088
455	9847302.13	761651.429	3194.879
456	9847304.48	761660.561	3192.524
457	9847306.05	761660.241	3192.473
458	9847308.13	761659.899	3192.386
459	9847309.88	761668.134	3189.973
460	9847308.18	761668.832	3189.948
461	9847306.28	761669.748	3189.875
462	9847308.17	761679.267	3187.391
463	9847309.84	761679.173	3187.393
464	9847311.87	761678.665	3187.378
465	9847315.08	761692.289	3184.93
466	9847312.74	761692.979	3184.953
467	9847311.01	761693.334	3184.934
468	9847314.16	761711.539	3183.286
469	9847315.98	761711.538	3183.292
470	9847318.03	761711.57	3183.211
471	9847313.27	761713.885	3183.097
472	9847315.06	761718.864	3182.461
473	9847317.02	761718.786	3182.42
474	9847319.21	761718.796	3182.3
475	9847320.18	761729.455	3180.553
476	9847318.19	761729.736	3180.605
477	9847316.45	761729.828	3180.66
478	9847321.37	761740.786	3178.456
479	9847319.59	761741.62	3178.347
480	9847317.54	761741.846	3178.387
481	9847322.69	761757.112	3174.907
482	9847320.96	761757.484	3174.836
483	9847319.31	761757.421	3174.877
484	9847323.83	761769.355	3172.397
485	9847322.09	761769.707	3172.385
486	9847320.06	761770.04	3172.346
487	9847325.08	761781.116	3170.39
488	9847323.43	761781.406	3170.418
489	9847321.31	761781.83	3170.324
490	9847322.64	761793.382	3169.104
491	9847324.42	761793.385	3169.119
492	9847326.52	761793.192	3169.03
493	9847327.99	761805.559	3167.939
494	9847326.14	761805.823	3167.996
495	9847324.08	761805.769	3168.006
496	9847325.02	761814.473	3167.246
497	9847326.92	761814.52	3167.254
498	9847328.87	761814.476	3167.261
499	9847330.5	761825.999	3166.501

500	9847328.66	761826.361	3166.463
501	9847326.97	761826.782	3166.422
502	9847332.82	761838.657	3166.084
503	9847330.78	761839.287	3166.049
504	9847328.83	761839.914	3165.991
505	9847331.09	761853.139	3165.838
506	9847333.37	761853.204	3165.841
507	9847335.32	761852.953	3165.797
508	9847337.01	761864.116	3165.572
509	9847334.26	761860.829	3165.748
510	9847330.82	761858.3	3165.889
511	9847326.89	761856.793	3165.987
512	9847322.06	761856.073	3166.174
513	9847321.14	761859.079	3166.071
514	9847320.86	761861.574	3165.942
515	9847325.11	761862.27	3165.747
516	9847326.15	761860.165	3165.851
517	9847330.31	761862.083	3165.695
518	9847328.79	761864.086	3165.558
519	9847332.88	761868.436	3165.437
520	9847334.86	761867.29	3165.514
521	9847335.51	761874.808	3165.318
522	9847338.07	761874.541	3165.368
523	9847340.97	761873.597	3165.364
524	9847343.6	761882.928	3165.179
525	9847340.95	761883.735	3165.239
526	9847338.51	761884.671	3165.194
527	9847343.59	761903.826	3165.044
528	9847345.93	761903.067	3165.158
529	9847349.12	761902.488	3164.934
530	9847350.12	761906.139	3165.084
531	9847350.83	761914.003	3165.283
532	9847347.95	761914.394	3165.169
533	9847345.69	761914.461	3165.059
534	9847344.48	761907.252	3165.067
535	9847970.89	762013.25	3176.007
536	9847971.8	762016.174	3176.028
537	9847970.9	762019.074	3176.003
538	9847970.2	762016.07	3176.091
539	9847965.43	762011.959	3176.118
540	9847964.41	762014.453	3176.211
541	9847963.53	762017.252	3176.133
542	9847963.53	762017.258	3176.13
543	9847957.77	762015.591	3176.065
544	9847958.2	762012.456	3176.17
545	9847959.02	762009.917	3176.072

546	9847949.33	762004.807	3175.762
547	9847948.14	762008.252	3175.943
548	9847946.2	762010.653	3175.725
549	9847940.17	762007.849	3175.426
550	9847941.17	762005.362	3175.619
551	9847941.49	762002.415	3175.643
552	9847936.28	761999.462	3175.179
553	9847935.09	762002.161	3175.191
554	9847933.58	762004.419	3174.953
555	9847927.54	762001.437	3174.45
556	9847928.73	761998.554	3174.536
557	9847929.96	761995.667	3174.449
558	9847941.88	762002.176	3175.664
559	9847942.37	761997.343	3176.019
560	9847940.28	761997.597	3175.954
561	9847936.95	761997.885	3175.981
562	9847932.08	761993.051	3176.555
563	9847934.14	761990.802	3176.698
564	9847935.99	761988.839	3176.669
565	9847932.04	761981.639	3177.572
566	9847929.19	761982.736	3177.747
567	9847926.34	761983.94	3177.656
568	9847923.25	761973.638	3179.348
569	9847924.91	761972.387	3179.657
570	9847927.83	761970.629	3179.752
571	9847922.53	761956.203	3182.349
572	9847920.14	761957.144	3182.398
573	9847917.31	761958.129	3182.186
574	9847911.54	761943.561	3185.3
575	9847913.46	761942.333	3185.28
576	9847915.8	761940.859	3185.369
577	9847909.28	761925.79	3188.094
578	9847906.85	761926.919	3188.255
579	9847904.24	761928.147	3188.18
580	9847898.19	761916.57	3190.015
581	9847899.91	761914.923	3190.112
582	9847902.52	761912.84	3190.032
583	9847894.63	761898.568	3191.82
584	9847891.99	761899.637	3191.891
585	9847888.77	761900.718	3191.681
586	9847882.51	761887.118	3193.155
587	9847884.68	761885.897	3193.239
588	9847887.2	761884.398	3193.261
589	9847881.1	761871.954	3194.088
590	9847878.33	761873.227	3194.236
591	9847875.95	761874.222	3194.127

592	9847869.99	761861.224	3195.085
593	9847871.71	761860.062	3195.081
594	9847875.34	761858.325	3195.004
595	9847866.64	761838.221	3196.542
596	9847863.53	761839.237	3196.662
597	9847861.27	761840.232	3196.647
598	9847853.64	761821.241	3197.865
599	9847855.73	761820.102	3197.98
600	9847858.53	761818.809	3197.865
601	9847847.66	761803.226	3198.778
602	9847849.64	761802.302	3198.828
603	9847852.1	761801.425	3198.732
604	9847838.49	761817.777	3201.719
605	9847845.11	761795.791	3199.161
606	9847847.17	761794.443	3199.26
607	9847849.23	761793.506	3199.122
608	9847840.79	761762.076	3201.341
609	9847838.62	761762.458	3201.439
610	9847835.7	761763.297	3201.346
611	9847834.65	761759.327	3201.675
612	9847836.65	761758.295	3201.799
613	9847838.93	761757.442	3201.706
614	9847897.58	761729.532	3204.294
615	9847893.8	761729.138	3204.296
616	9847892.39	761726.846	3204.263
617	9847890.73	761725.615	3204.296
618	9847881.18	761730.893	3203.855
619	9847882.27	761732.854	3203.811
620	9847883.21	761735.433	3203.845
621	9847871.81	761741.537	3203.116
622	9847870.28	761739.578	3203.018
623	9847869.18	761737.836	3203.102
624	9847856.14	761745.106	3202.588
625	9847856.98	761746.814	3202.58
626	9847858.25	761748.83	3202.625
627	9847850.78	761753.152	3202.458
628	9847849.81	761751.657	3202.437
629	9847848.41	761749.706	3202.442
630	9847838.44	761753.781	3201.937
631	9847834.47	761741.356	3203.148
632	9847832.14	761741.394	3203.232
633	9847830.15	761741.796	3203.153
634	9847825.55	761723.334	3204.967
635	9847827.52	761722.751	3205.001
636	9847830.18	761722.154	3204.97
637	9847826.29	761707.33	3206.566

638	9847824.03	761707.529	3206.632
639	9847822.07	761708.088	3206.657
640	9847818.03	761693.508	3208.227
641	9847820.1	761692.94	3208.269
642	9847822.65	761692.021	3208.243
643	9847818.53	761673.961	3210.936
644	9847816.03	761673.987	3211.031
645	9847813.8	761673.509	3211.142
646	9847813.9	761659.473	3213.653
647	9847816.05	761659.691	3213.766
648	9847819.27	761660.28	3213.597
649	9847822.65	761648.019	3216.182
650	9847820.38	761646.465	3216.384
651	9847817.79	761645.217	3216.429
652	9847821.21	761630.248	3218.938
653	9847823.36	761629.915	3219.116
654	9847826.85	761629.422	3219.001
655	9847826.9	761607.838	3221.222
656	9847823.36	761607.633	3221.409
657	9847819.96	761608.12	3221.376
658	9847814.59	761607.317	3221.587
659	9847809.56	761615.709	3222.9
660	9847813.96	761589.095	3222.886
661	9847819.79	761588.088	3222.866
662	9847824.98	761587.271	3222.964
663	9847822.32	761567.967	3224.61
664	9847818.21	761568.501	3224.663
665	9847812.43	761568.879	3224.482
666	9847810.01	761550.533	3226.202
667	9847814.51	761548.357	3226.147
668	9847817.76	761546.484	3226.039
669	9847807.26	761542.925	3227.147
670	9847805.51	761535.822	3227.085
671	9847809.12	761533.992	3227.081
672	9847812.25	761531.808	3226.9
673	9847806.07	761514.372	3227.657
674	9847802.91	761515.192	3227.895
675	9847798.97	761514.813	3227.837
676	9847795.51	761501.678	3228.388
677	9847797.96	761500.41	3228.204
678	9847800.81	761499.354	3227.954
679	9847797.74	761486.323	3227.512
680	9847795.61	761486.112	3227.698
681	9847791.9	761486.409	3227.748
682	9847794.81	761501.285	3228.535
683	9847793.52	761502.073	3228.564

684	9847791.64	761503.626	3228.793
685	9847787.72	761497.762	3229.384
686	9847789.15	761495.95	3229.309
687	9847792.11	761493.993	3229.313
688	9847788.18	761487.009	3230.064
689	9847784.03	761488.065	3230.234
690	9847779.87	761489.684	3230.43
691	9847777.72	761485.855	3230.968
692	9847792.61	761486.622	3227.816
693	9847795.32	761485.472	3227.645
694	9847798.37	761485.375	3227.283
695	9847797.31	761476.772	3226.955
696	9847795.66	761476.463	3227.157
697	9847792.25	761475.993	3227.092
698	9847795.73	761460.143	3225.075
699	9847797.96	761459.913	3225.048
700	9847800.74	761459.559	3224.969
701	9847800.65	761452.506	3224.173
702	9847798.5	761452.596	3224.062
703	9847796.57	761452.649	3224.137
704	9847794.55	761444.072	3222.412
705	9847796.39	761442.858	3222.192
706	9847798.68	761442.331	3222.239
707	9847796.72	761433.266	3220.378
708	9847786.51	761435.93	3220.486
709	9847783.83	761433.545	3219.983
710	9847792.08	761431.507	3219.942
711	9847801.39	761429.206	3219.549
712	9847802.65	761419.431	3219.287
713	9847788.08	761422.735	3219.726
714	9847778.04	761424.997	3219.972
715	9847348.88	761499.643	3204.336
1000	9847817.76	761363.37	3241.907

ANEXO 3: Informes de Análisis Agua Residual Planta de Tratamiento Quinchicoto



**Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental
"LIAA-GADMA"**

INFORME DE ANALISIS

Informe No. CA- 04- 2021
Código de Muestra: RML-21- 21
Datos proporcionados por el cliente:
Nombre de la empresa: ZAMORA PAREDES BRYAN HENRY
Dirección de la empresa que solicita: Huachi Grande
Sitio de Muestreo: Planta de tratamiento Quinchicoto. Entrada a la PTAR. (Tisaleo)
Tipo de Muestra: Agua residual
Nombre del contacto del cliente : ZAMORA PAREDES BRYAN HENRY Teléfono:
Fecha de recepción o Toma de muestra: 19/02/2021 Hora de muestreo: 12:00
Fecha de Análisis: 19/02/2021
Fecha Entrega resultados: 23/02/2021
Descripción de la muestra : Muestra simple Condiciones ambientales in situ N/A
Temperatura ambiental: N/A °C
Muestreado o receptado por: Ing. Diego Sánchez
RESULTADO ANALISIS

Parámetros	Simbología	Método	Unidad	Resultado	Incertidumbre
Potencial de hidrógeno	pH	PELIAA-GADMA/01/APHA 4500 (BT) POTENCIOMÉTRICO	-----	7,4	0,1 upH
Demanda química de oxígeno	DQO	PELIAA-GADMA/03/APHA 520 D / UV-VISIBL	mg/L	1049	14,7%
Oxígeno disuelto *	OD	PELIAA-GADMA/09/APHA 4500 ODO POTENCIOMÉTRICO	mg/L	0,3	
Demanda Bioquímica de oxígeno *	DBO5	APHA 520B METODO HESPIROMÉTRICO	mg/L	456,1	
Turbidez*		PELIAA-GADMA/10/APHA 2130	NTU	235	
E coli *		APHA 9221	ufc/ml	Incontables	
E coli Totales *		APHA 9221	ufc/ml	Incontables	

Acreditación N.- SAE - LEN - 16-017 Laboratorio de Ensayos

Condiciones Ambientales de Laboratorio: Temperatura media °C: 21,1 Humedad relativa media: 50,4

Los resultados reportados en este informe solo tiene relación con los ítems de ensayo para esta muestra

* Parámetro no acreditado.

Nota: se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin la debida autorización

Nota: Los métodos utilizados corresponden al Standard Method ed. 23

Responsable del Laboratorio
Dr. Julio Sánchez

ANEXO 4: Informes de Análisis Agua Tratada Planta de Tratamiento Quinchicoto



Laboratorio de Investigación y Análisis Ambiental "LIAA-GADMA"

INFORME DE ANALISIS

Informe No. CA- 04- 2021
Código de Muestra: RML-21- 22
Datos proporcionados por el cliente:
Nombre de la empresa: ZAMORA PAREDES BRYAN HENRY
Dirección de la empresa que solicita: Huachi Grande
Sitio de Muestreo: Planta de tratamiento Quinchicoto. Salida de la PTAR. (Tisaleo)
Tipo de Muestra: Agua residual
Nombre del contacto del cliente : ZAMORA PAREDES BRYAN HENRY **Teléfono:**
Fecha de recepción o Toma de muestra: 19/02/2021 **Hora de muestre:** 12:10
Fecha de Análisis: 19/02/2021
Fecha Entrega resultados: 23/02/2021
Descripción de la muestra : Muestra simple **Condiciones ambientales in situ:** N/A
Temperatura ambiental: N/A
Muestreado o receptado por: Ing. Diego Sánchez

RESULTADO ANALISIS

Parámetros	Simbología	Método	Unidad	Resultado	Incertidumbre
Potencial de hidrógeno	pH	PERUSA-GADMA/01/01/014 400/001/PT/ESCUELA/TECNICO	-----	7,5	0,1 upH
Demanda química de oxígeno	DQO	PERUSA-GADMA/01/01/014 122/D/ 016-VIABLE	mg/L	365	14,7%
Oxígeno disuelto *	OD	PERUSA-GADMA/01/01/014 400/001/PT/ESCUELA/TECNICO	mg/L	0,4	
Demanda Bioquímica de oxígeno *	DBO5	APSA 5200/ METODO RESPIROMETROCO	mg/L	158,7	
Turbidez*		PERUSA-GADMA/01/01/014 100	NTU	135	
E coli *		APSA 921	ufc/ml	Incontables	
E coli Totales *		APSA 921	ufc/ml	Incontables	

Acreditación N - SAE - LEN - 16-017 Laboratorio de Ensayos

Condiciones Ambientales de Laboratorio: Temperatura media °C : 21,1 Humedad relativa media: 50,4

Los resultados reportados en este informe solo tiene relación con los ítems de ensayo para esta muestra


* Parámetro no acreditado

Nota: se prohíbe la reproducción parcial de este documento sin la debida autorización

Nota: Los métodos utilizados corresponden al Standard Method ed. 23


 Responsable del Laboratorio
 Dr. Julio Núñez

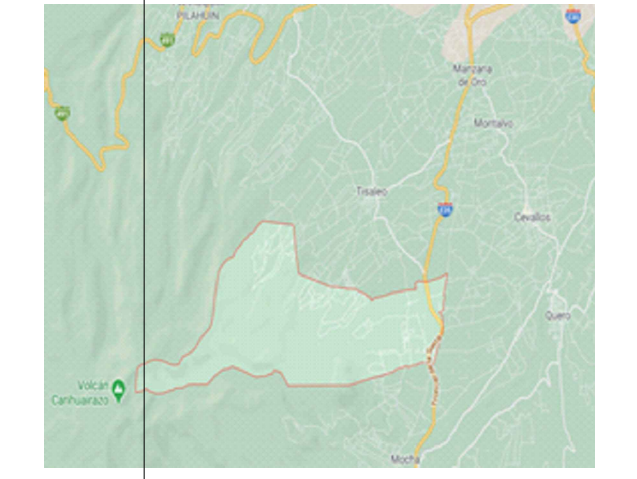

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO-SAN MIGUEL



UBICACIÓN:
TUNGURAHUA-TISALEO-QUINCHICOTO

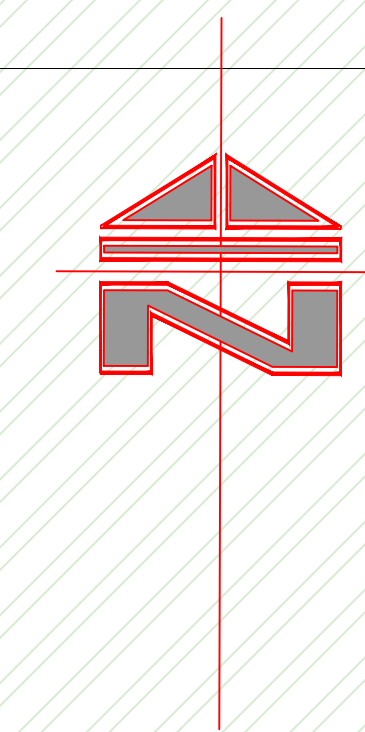


CONTIENE:
PLANIMETRÍA ÁREA PROYECTO SECTORES CULLUALO-SAN MIGUEL

ESC: 1:1500	FECHA:	RESPONSABLE BRYAN ZAMORA P	HOJA 1 / 10
----------------	--------	-------------------------------	----------------

REVISADO POR:
ING. LENIN MALDONADO

COMPLEJO TURÍSTICO MUSHU RUNA



CULLUALO

ZONA 2

ZONA 3

SAN MIGUEL

ZONA 1

ZONA 4

QUINCHICOTO

Esc 1: 1500

PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL

SECTOR CULLUALO

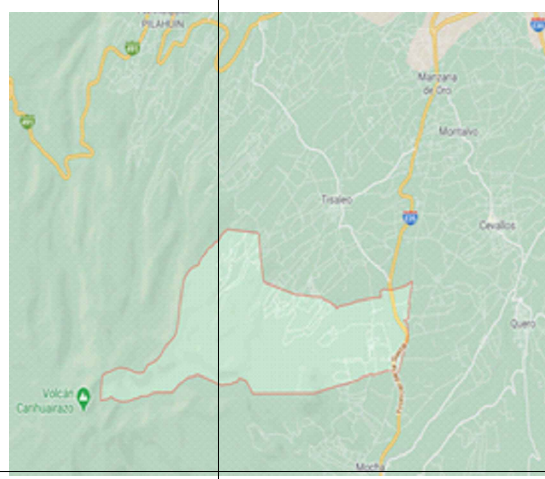
ZONA 1- ZONA 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO-SAN MIGUEL

Quinchicoto
Producción Turística y Empresarial

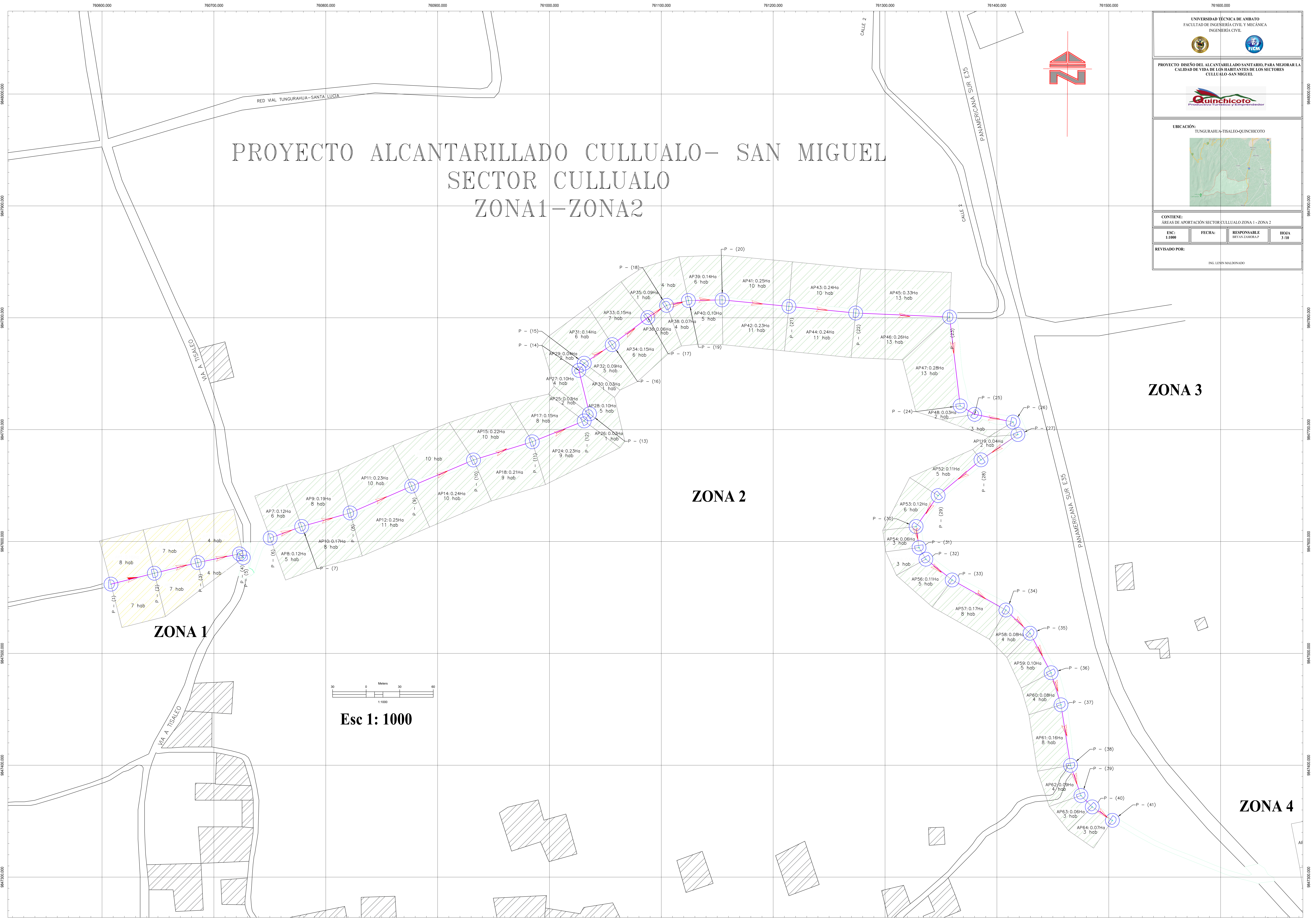
UBICACIÓN: TUNGURAHUA-TISALEO-QUINCHICOTO



CONTIENE:
ÁREAS DE APORTACIÓN SECTOR CULLUALO ZONA 1 - ZONA 2


ESCALA: 1:1000	FECHA:	RESPONSABLE: BRYAN ZAMORA P	HOJA: 3/10
-------------------	--------	--------------------------------	---------------

REVISADO POR:
ING. LENIN MALDONADO




PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO – SAN MIGUEL SECTOR CULLUALO ZONA 1 – ZONA 2


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
INGENIERIA CIVIL



PROYECTO DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO – SAN MIGUEL.



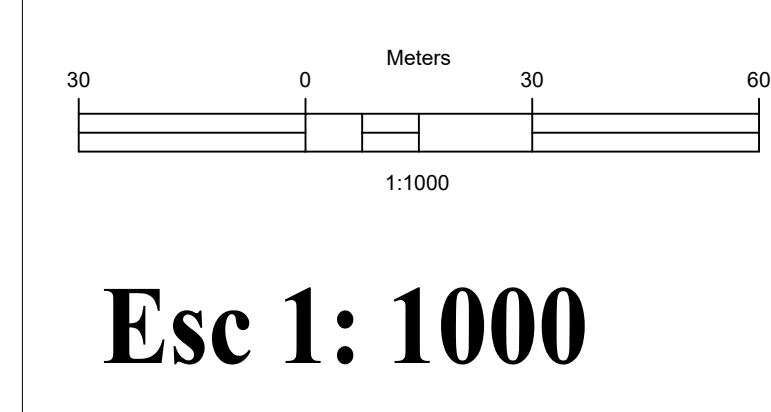
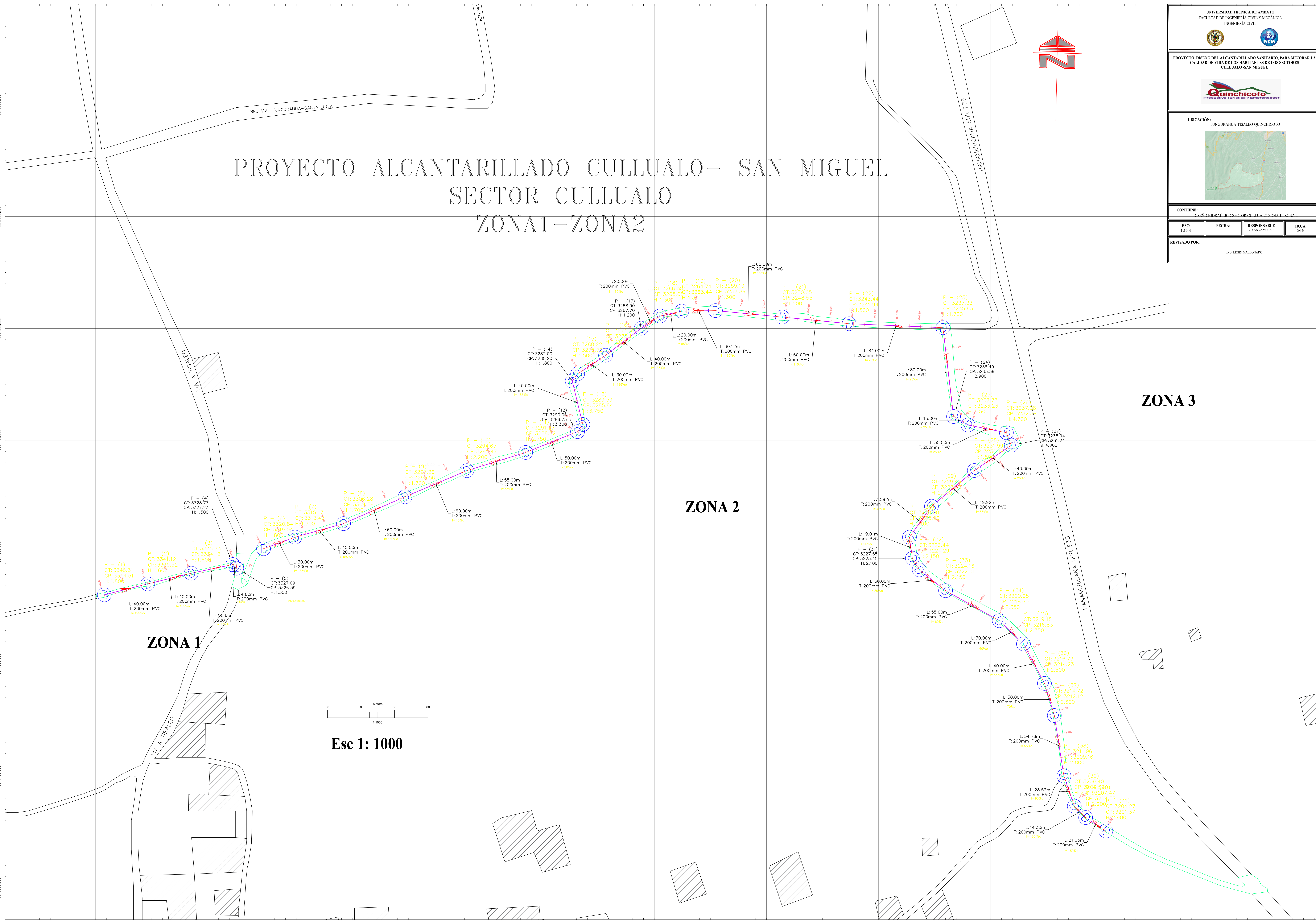
UBICACIÓN:
TUNGURAHUA-TISALEO-QUINCHICOTO



CONTIENE:
DISEÑO HIDRAULICO SECTOR CULLUALO ZONA 1 - ZONA 2

ESC: 1:1000	FECHA:	RESPONSABLE BRYAN ZAMORALP	HUJA 2/10
----------------	--------	-------------------------------	--------------

REVISADO POR:
ING. LENIN MALDONADO

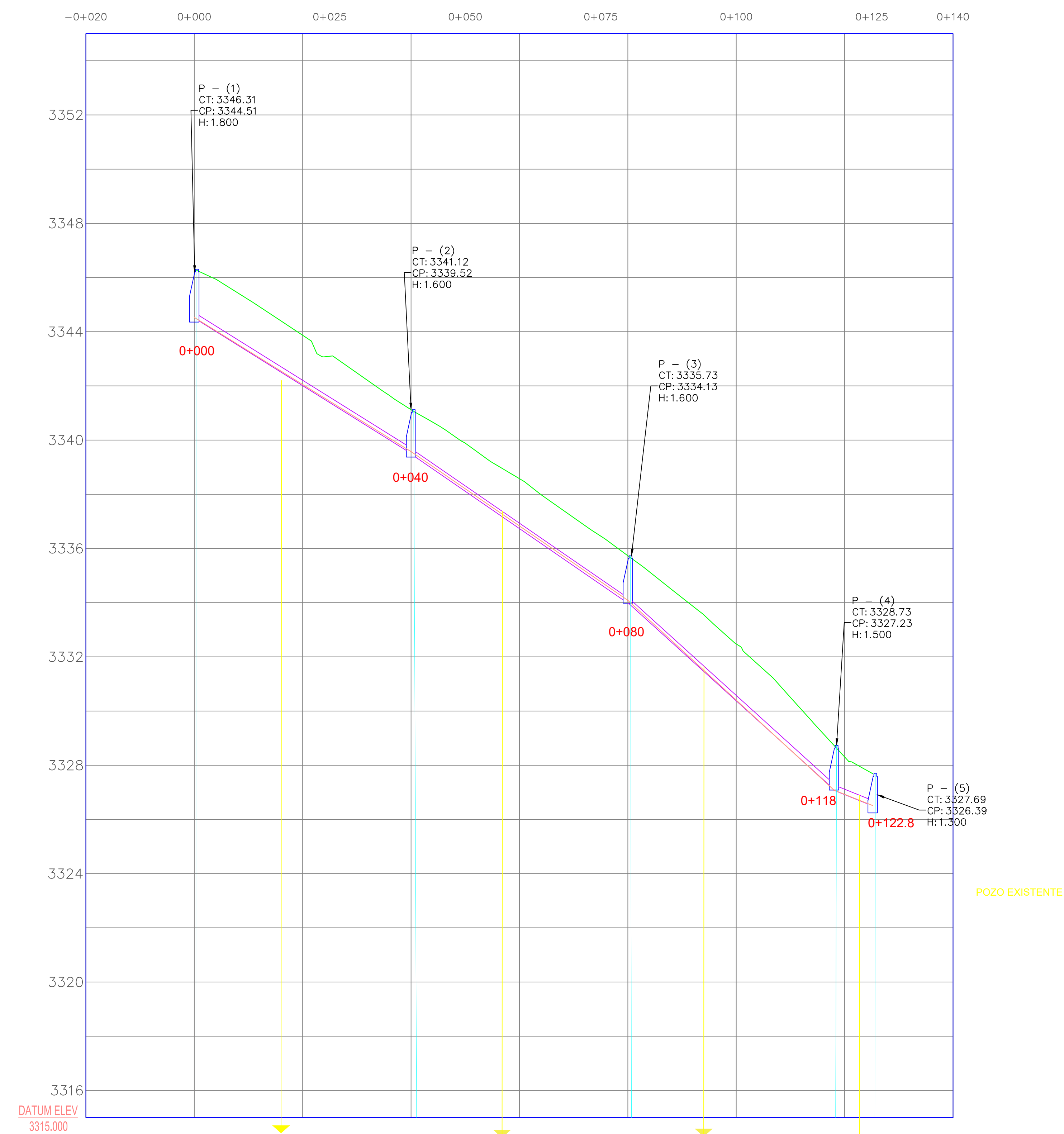


PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL

DISEÑO HIDRÁULICO SECTOR CULLUALO

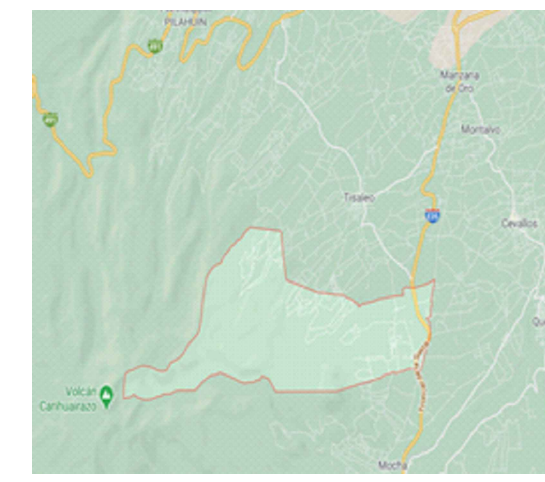
PERFIL ZONA1

PERFIL SECTOR CULLUALO ZONA 1



Esc. 1: 1000

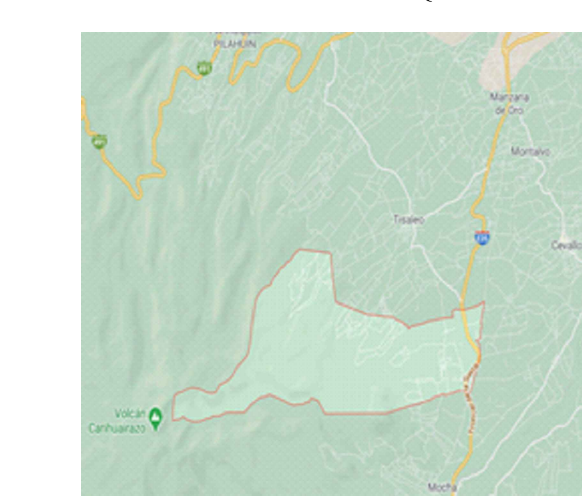
DATOS HIDRÁULICOS	0+000	0+040	0+080	0+118	0+122.8
	L= 40m Ø= 200 mm PVC I= 1.25‰ V= 3.69 m/s Q= 0.11 l/s	L= 40m Ø= 200 mm PVC I= 1.35‰ V= 3.83 m/s Q= 0.17 l/s	L= 38m Ø= 200 mm PVC I= 1.75‰ V= 4.39 m/s Q= 0.25 l/s	L= 4.8m Ø= 200 mm PVC I= 1.70‰ V= 4.33 m/s Q= 0.24 l/s	
ABSCISADO	0+000	0+040	0+080	0+118	0+122.8
COTA TERRENO	3346.31	3343.87	3341.12	3335.73	3328.31
COTA PROYECTO	3344.53	3342.05	3339.58	3334.09	3326.83
ESPESOR CORTE	1.78	1.82	1.55	1.74	1.65



PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL

DISEÑO HIDRÁULICO SECTOR CULLUALO

PERFIL ZONA 2



PERFIL SECTOR CULLUALO ZONA 2 0+000- 0+360



DATOS HIDRÁULICOS	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360
ABSCISADO	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360
COTA TERRENO	3320.84	3317.01	3313.36	3309.55	3305.13	3301.15	3298.39	3296.94	3295.96	3295.26	3294.36	3292.84	3291.66	3291.01	3290.52	3289.95	3289.79	3288.90	3279.36
COTA PROYECTO	3319.04	3315.33	3311.42	3307.32	3303.56	3300.60	3297.63	3295.25	3294.24	3293.23	3292.11	3290.67	3289.24	3288.16	3287.46	3286.76	3284.14	3281.32	3277.96
ESPEJOR CORTE	1.80	1.68	1.93	2.23	1.57	0.56	0.75	1.69	1.72	2.03	2.25	2.16	2.43	2.85	3.06	3.19	3.65	2.58	1.40

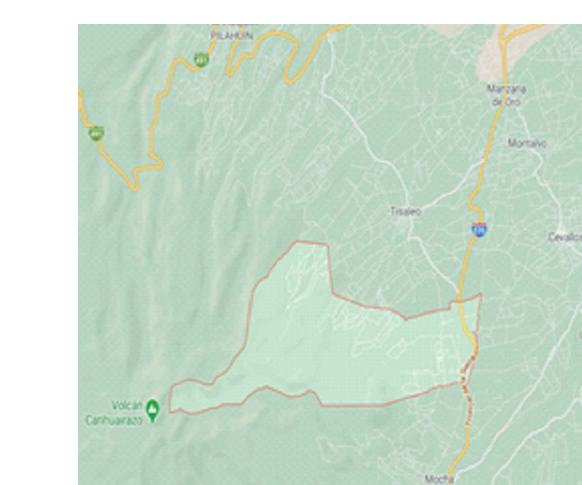
Esc. 1: 1000

PERFIL SECTOR CULLUALO ZONA 2 0+360- 0+700



DATOS HIDRÁULICOS	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700
ABSCISADO	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700
COTA TERRENO	3279.36	3275.33	3272.33	3269.75	3267.09	3265.34	3262.46	3259.46	3254.99	3252.08	3249.62	3247.43	3245.16	3243.06	3241.34	3239.77	3238.40	3237.34
COTA PROYECTO	3277.96	3274.16	3271.16	3268.46	3265.86	3263.83	3260.86	3257.28	3254.17	3251.05	3248.12	3245.92	3243.71	3241.64	3240.10	3238.57	3237.03	3235.49
ESPEJOR CORTE	1.40	1.17	1.17	1.25	1.23	1.41	1.61	1.16	0.83	1.03	1.50	1.51	1.45	1.41	1.23	1.20	1.37	1.85

Esc. 1: 1000



PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL

DISEÑO HIDRÁULICO SECTOR CULLUALO

PERFIL ZONA 2

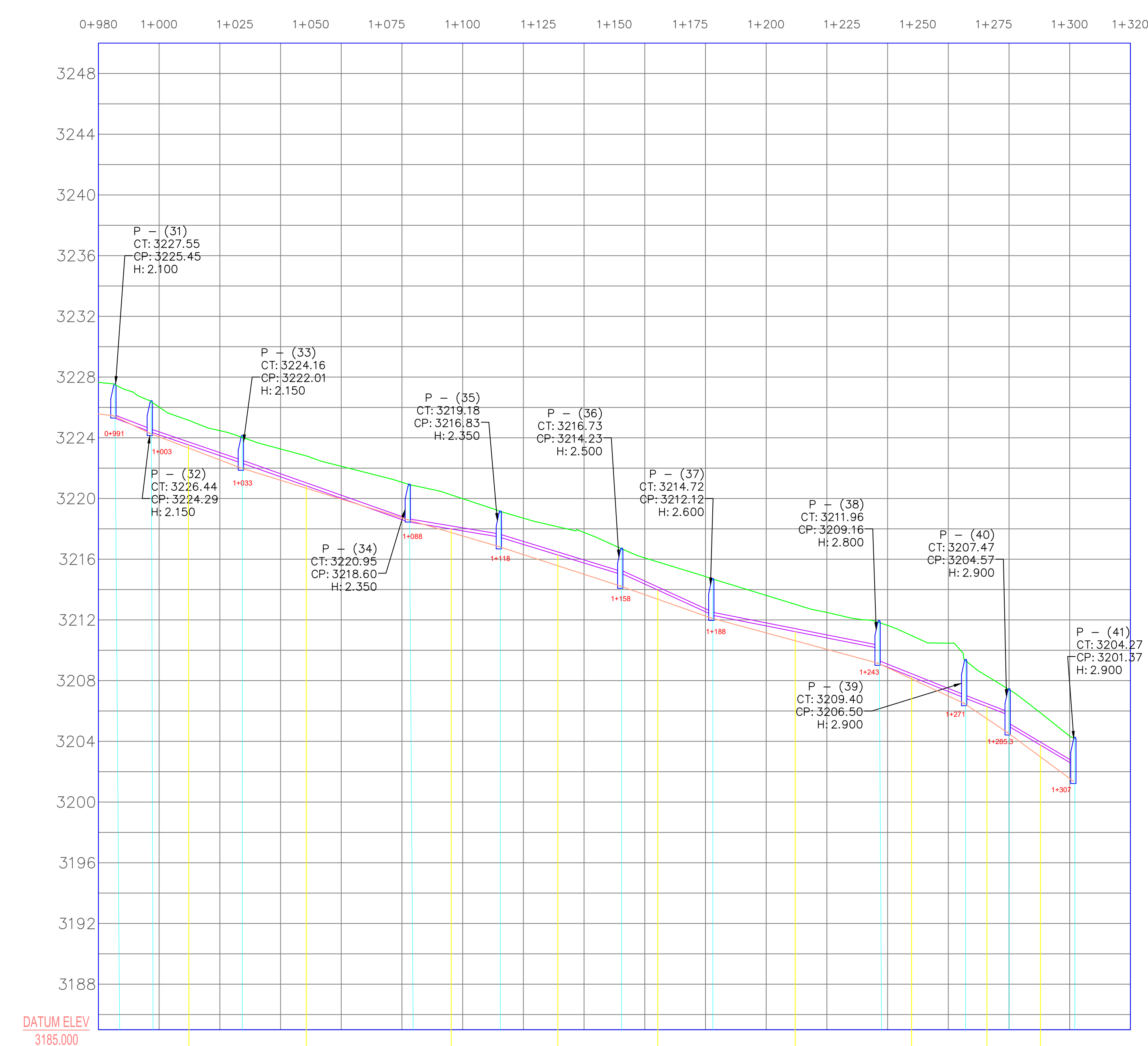
PERFIL SECTOR CULLUALO ZONA 2 0+700 - 1+020



DATOS HIDRÁULICOS	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000	1+020
ABSCISADO	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000	1+020
COTA TERRENO	3237.34	3237.75	3235.65	3234.91	3236.48	3237.47	3237.30	3237.79	3233.54	3232.11	3231.05	3230.04	3228.84	3227.95	3227.65	3226.02	3224.47
COTA PROYECTO		3235.01	3234.54	3234.07	3233.59	3233.11	3232.63	3231.44	3230.77	3230.25	3229.20	3228.10	3227.07	3226.17	3225.57	3224.06	3222.54
ESPESOR CORTE		2.74	1.11	0.85	2.89	4.36	4.67	6.35	2.76	1.86	1.84	1.94	1.77	1.79	2.05	1.96	1.93

Esc. 1: 1000

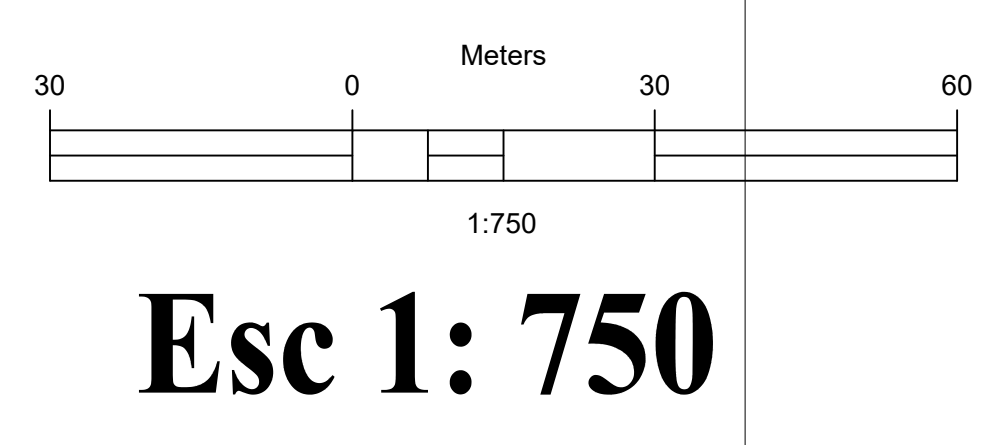
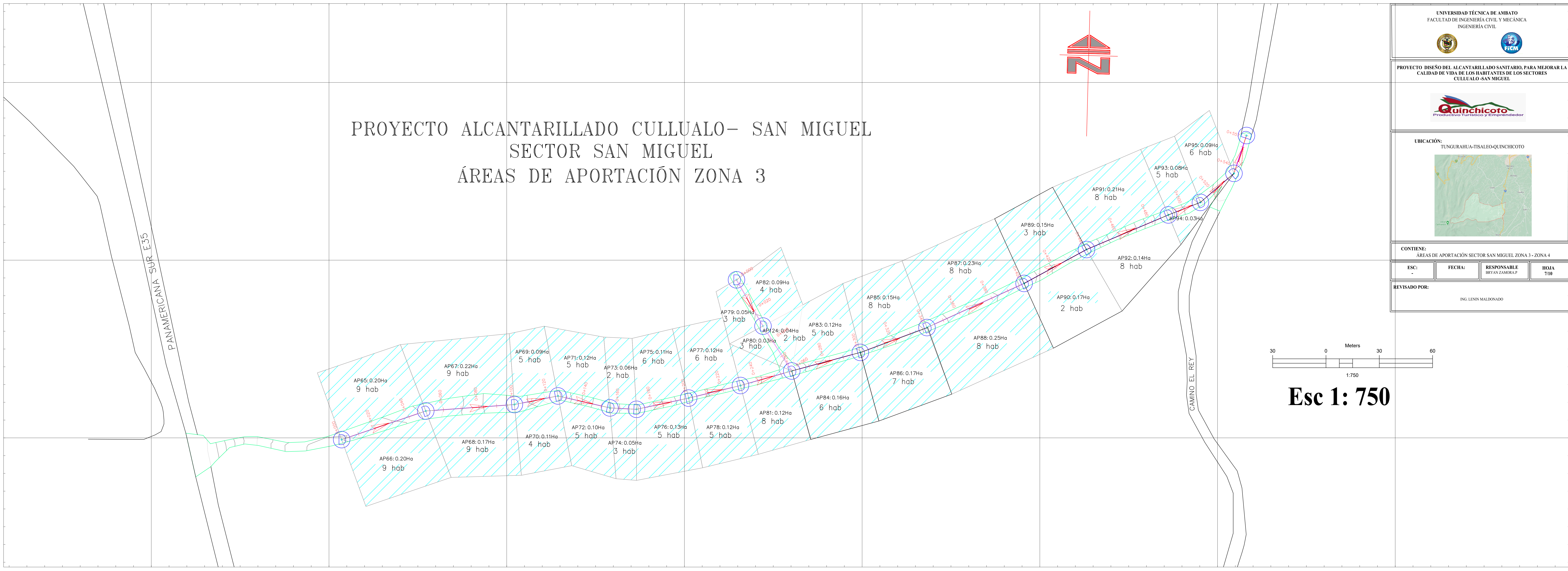
PERFIL SECTOR CULLUALO ZONA 2 1+020 - 1+320



DATOS HIDRÁULICOS	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320
ABSCISADO	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320
COTA TERRENO	3226.02	3224.47	3223.26	3222.12	3221.07	3219.99	3218.70	3217.76	3216.08	3214.85	3213.62	3212.49	3211.64	3210.47	3207.41	3204.34	
COTA PROYECTO	3224.06	3222.54	3221.20	3219.96	3218.72	3217.53	3216.30	3215.01	3213.66	3212.26	3211.14	3210.06	3208.85	3206.99	3204.50	3201.55	
ESPESOR CORTE	1.96	1.93	2.06	2.16	2.35	2.45	2.40	2.76	2.42	2.60	2.47	2.43	2.79	3.46	2.91	2.79	

Esc. 1: 1000

PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL
SECTOR SAN MIGUEL
ÁREAS DE APORTACIÓN ZONA 3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO-SAN MIGUEL

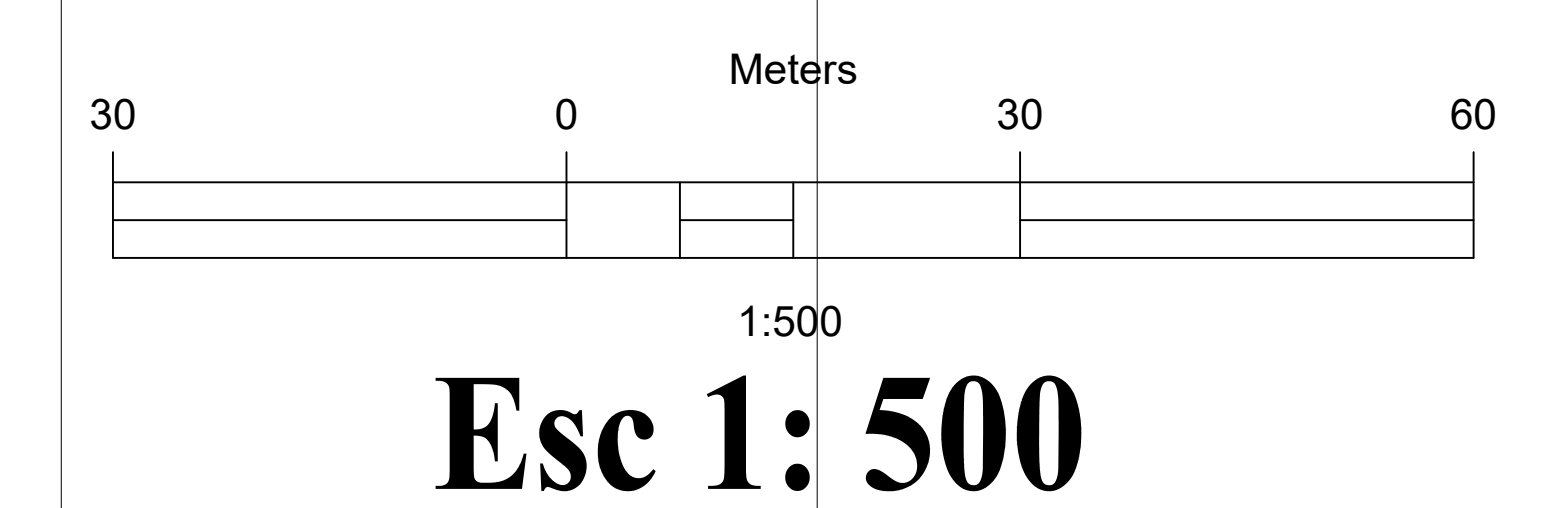
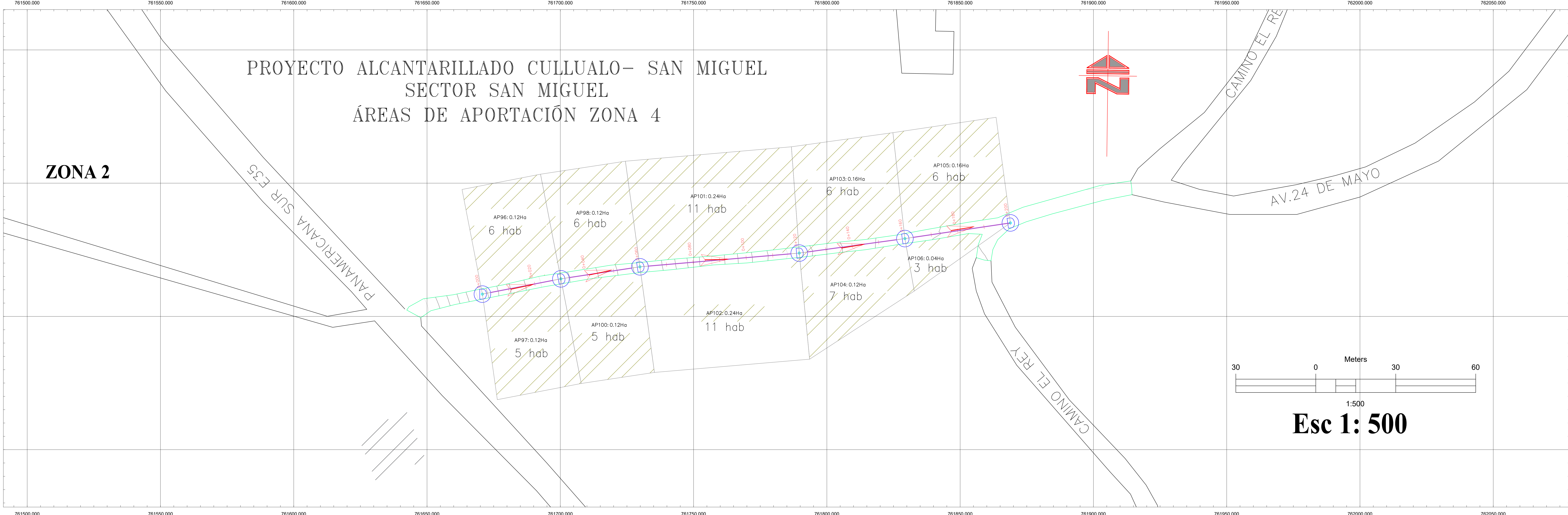
UBICACIÓN:
TUNGURAHUA-TISALEO-QUINCHICOTO

CONTIENE:
ÁREAS DE APORTACIÓN SECTOR SAN MIGUEL ZONA 3 - ZONA 4

ESC: -	FECHA: -	RESPONSABLE: BRYAN ZAMORA P	HOJA: 7/8
-----------	-------------	--------------------------------	--------------

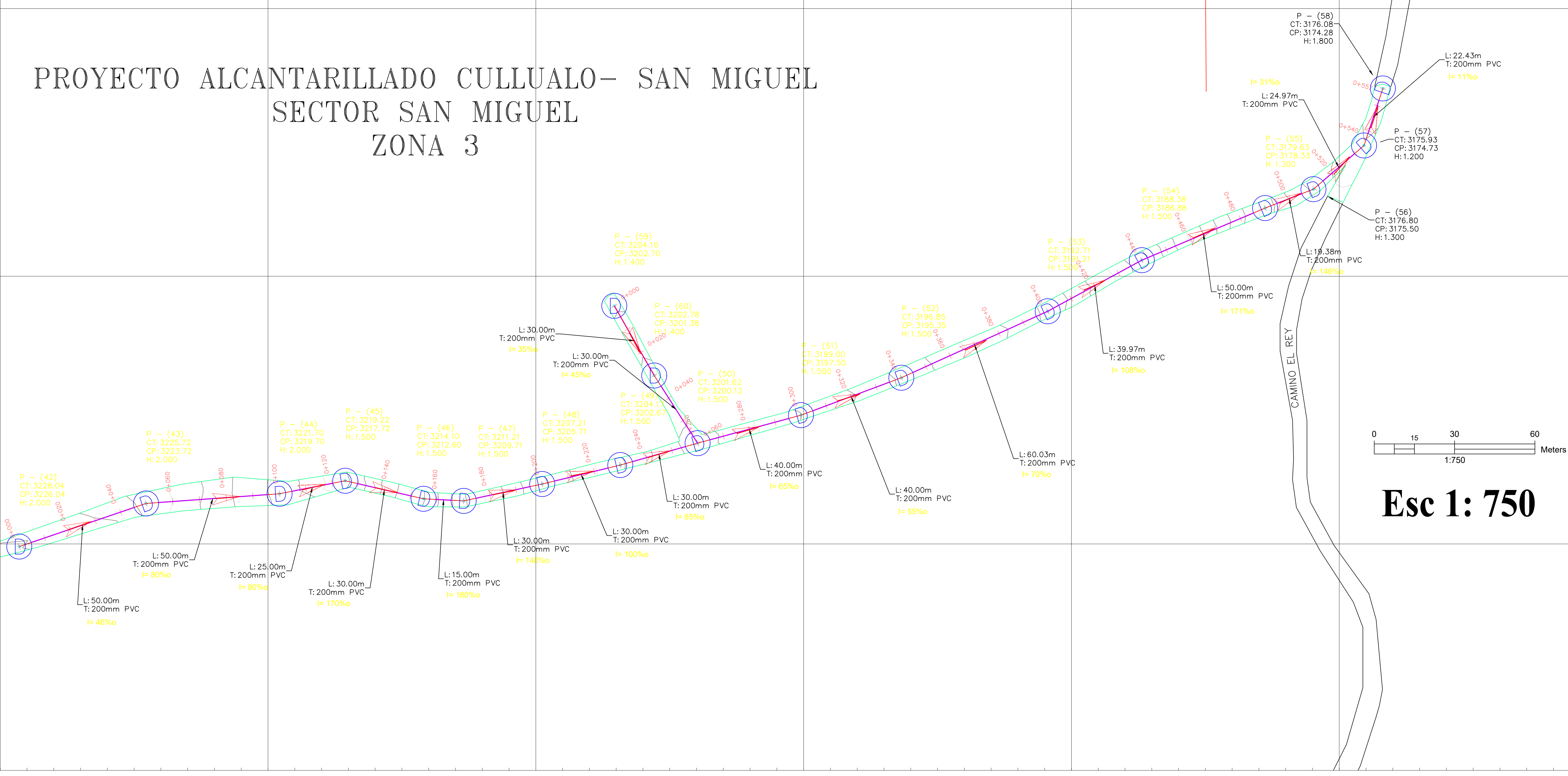
REVISADO POR:
ING. LENIN MALDONADO

PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL
SECTOR SAN MIGUEL
ÁREAS DE APORTACIÓN ZONA 4



ZONA 2

PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL SECTOR SAN MIGUEL ZONA 3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE LOS SECTORES CULLUALO-SAN MIGUEL.

Quinchicoto
Productivo, Turístico y Empresarial

UBICACIÓN:
TUNGURAHUA-TISALEO-QUINCHICOTO

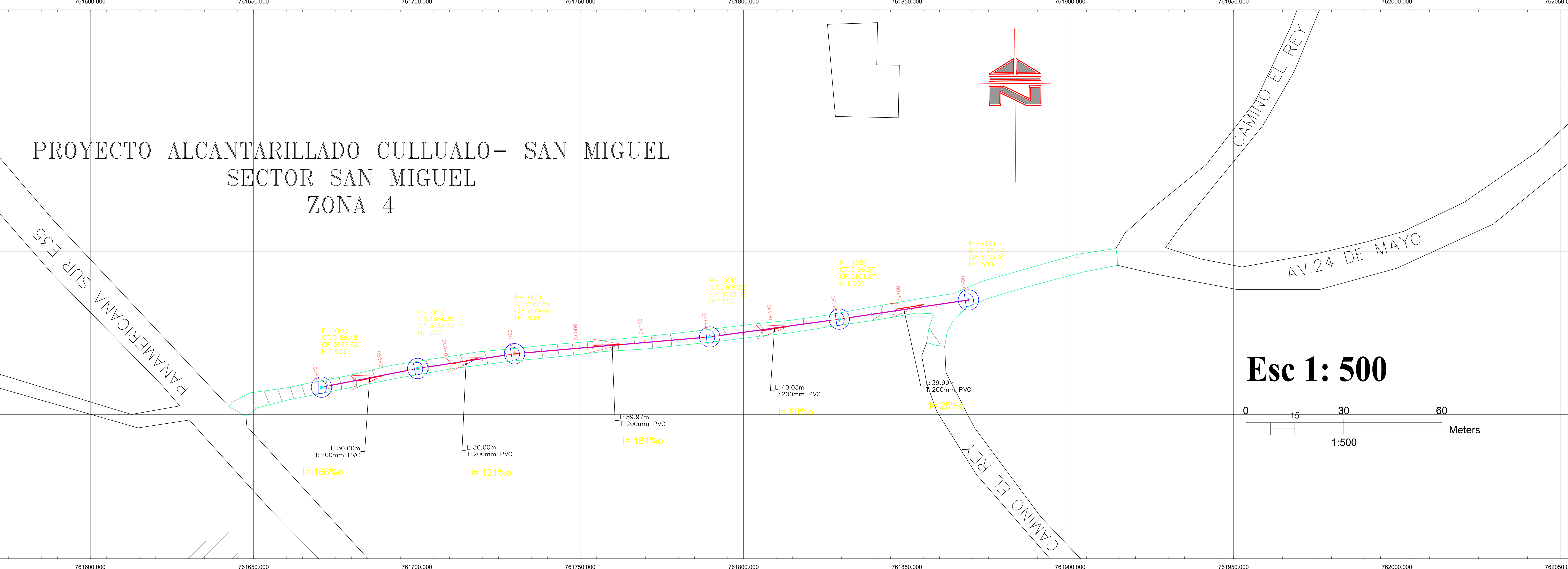
CONTIENE:
DISEÑO HIDRÁULICO SECTOR SAN MIGUEL ZONA 3 - ZONA 4

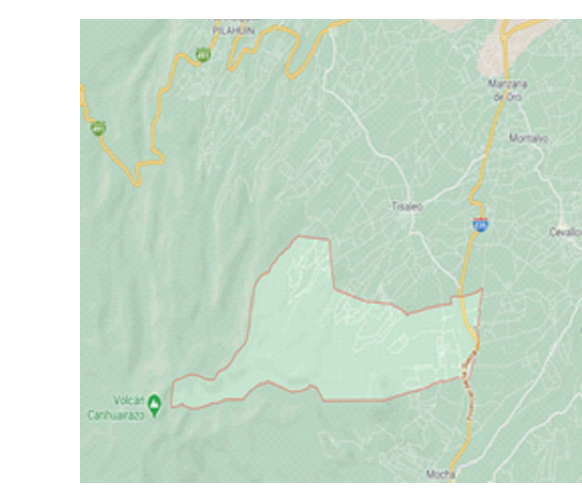
ESC:	FECHA:	RESPONSABLE:	HOJA:
		BEYAN ZAMBLA P	8/10

REVISADO POR:
ING. LENIN MALDONADO

PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL SECTOR SAN MIGUEL ZONA 4

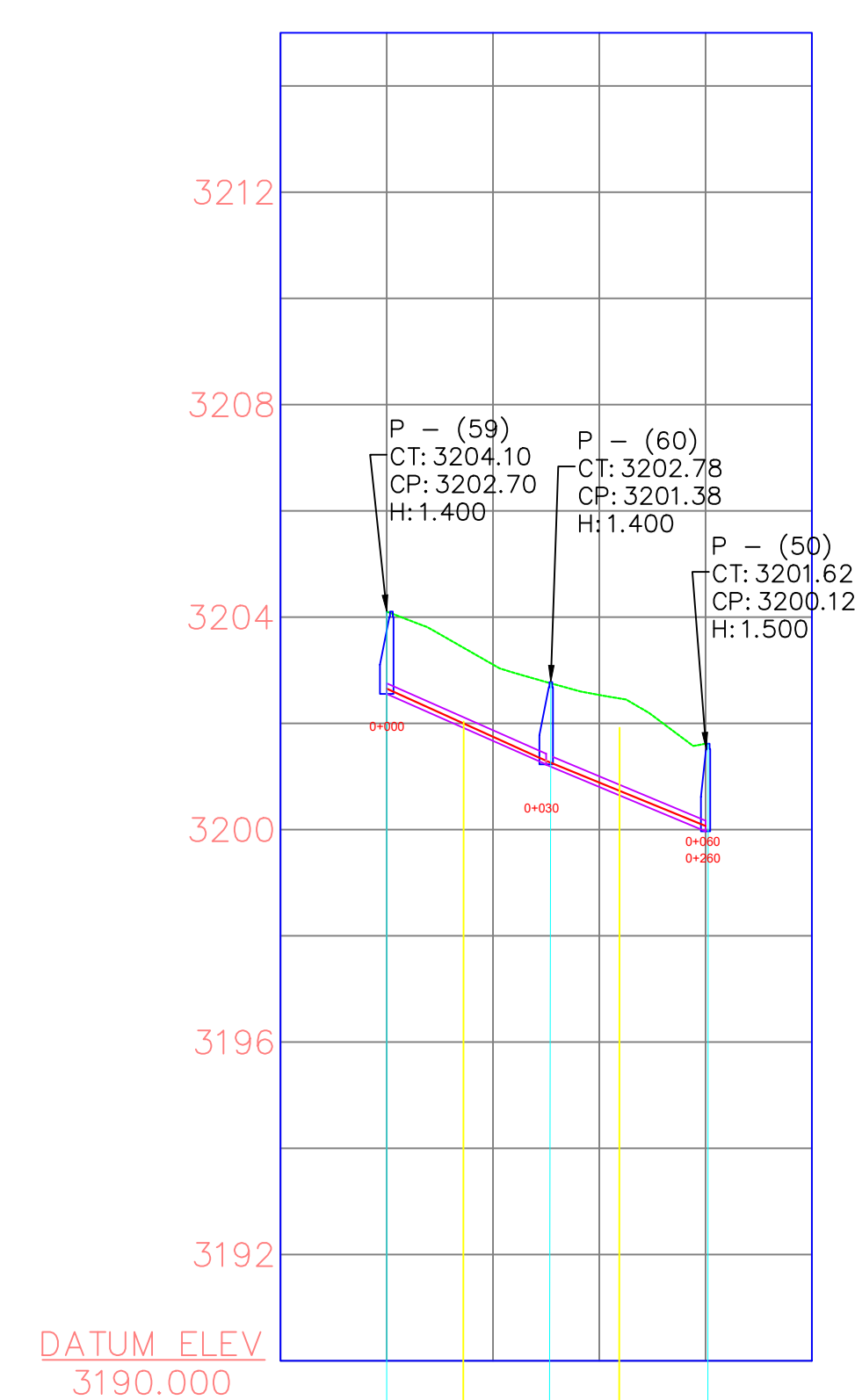
ZONA 2





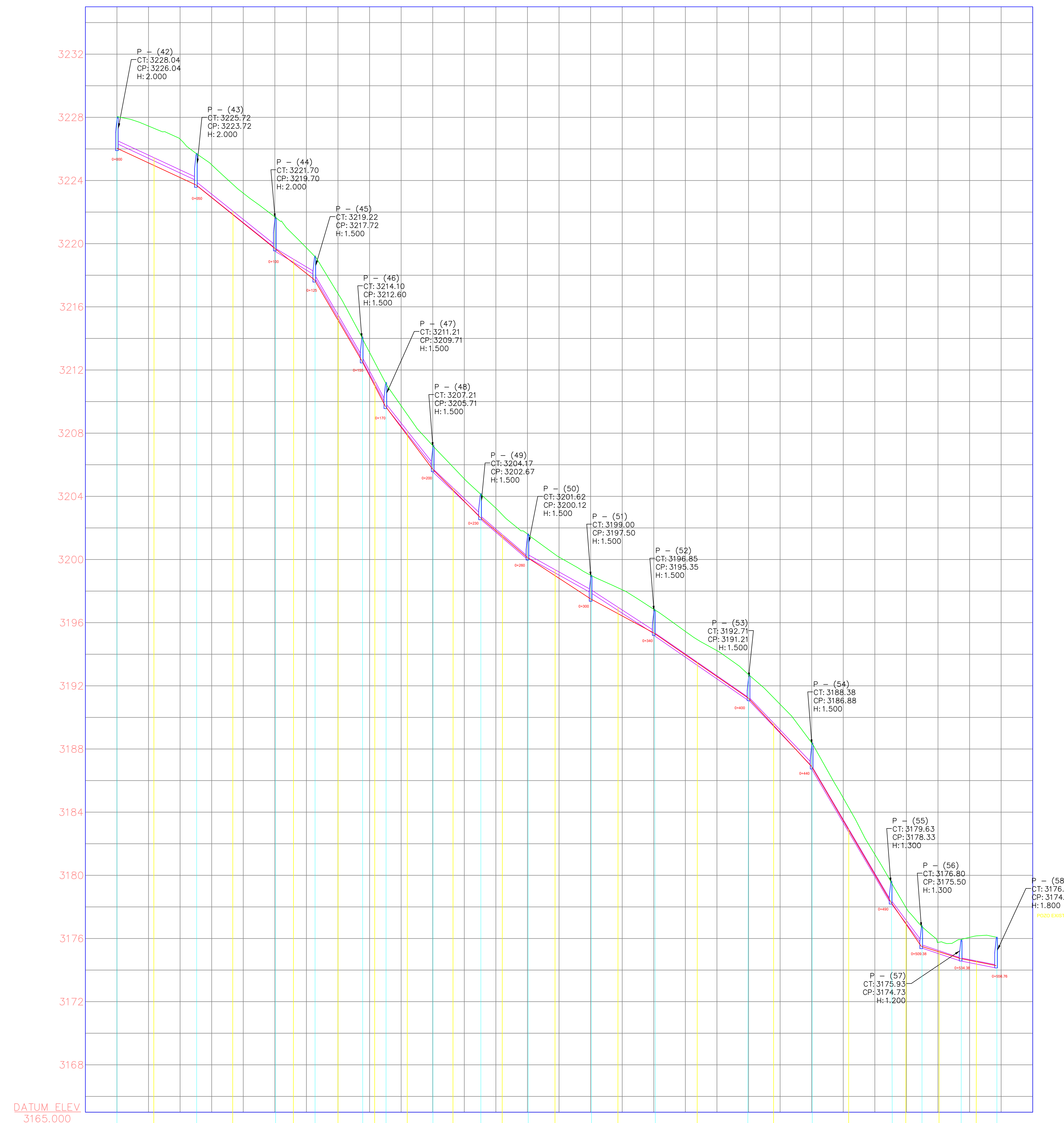
PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL DISEÑO HIDRÁULICO SECTOR SAN MIGUEL PERFIL ZONA 3

PERFIL SECTOR SAN MIGUEL ZONA 3.1 0+000- 0+060



DATOS HIDRÁULICOS	
ABSCISADO	0+010, 0+000, 0+010, 0+020, 0+030, 0+040, 0+050, 0+060, 0+070
COTA TERRENO	3204.10, 3203.11, 3202.53, 3201.62
COTA PROYECTO	3202.65, 3201.75, 3200.89, 3200.07
ESPESOR CORTE	1.45, 1.36, 1.65, 1.55

PERFIL SECTOR SAN MIGUEL ZONA 3 0+000- 0+560



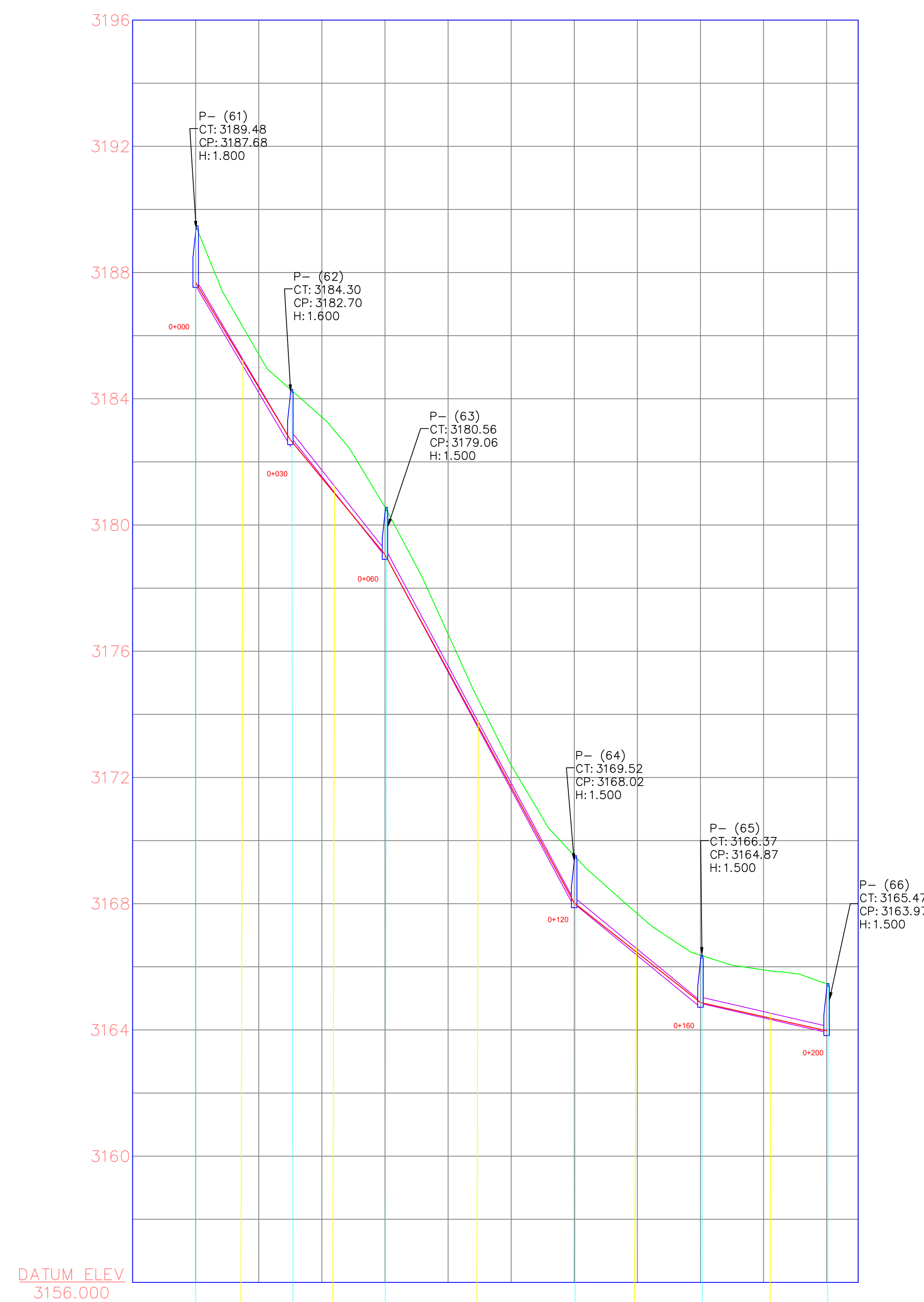
DATOS HIDRÁULICOS	
ABSCISADO	0+000, 0+020, 0+040, 0+060, 0+080, 0+100, 0+120, 0+140, 0+160, 0+180, 0+200, 0+220, 0+240, 0+260, 0+280, 0+300, 0+320, 0+340, 0+360, 0+380, 0+400, 0+420, 0+440, 0+460, 0+480, 0+500, 0+520, 0+540, 0+560
COTA PROYECTO	3226.04, 3225.11, 3224.19, 3223.26, 3222.30, 3221.31, 3220.30, 3219.27, 3218.12, 3217.04, 3215.84, 3214.64, 3213.41, 3212.16, 3210.89, 3209.59, 3208.26, 3206.91, 3205.54, 3204.15, 3202.73, 3201.28, 3200.00, 3198.51, 3196.81, 3195.08, 3193.33, 3191.56, 3189.77, 3187.95, 3186.08, 3184.16, 3182.21, 3180.24, 3178.24, 3176.21, 3174.16, 3172.08, 3170.00
COTA TERRENO	3228.04, 3227.45, 3226.62, 3225.60, 3224.20, 3222.74, 3221.16, 3219.44, 3217.59, 3215.64, 3213.61, 3211.50, 3209.31, 3207.05, 3204.73, 3202.36, 3200.00, 3197.61, 3195.18, 3192.71, 3190.21, 3187.68, 3185.12, 3182.53, 3179.91, 3177.25, 3174.55, 3171.81, 3169.04
ESPESOR CORTE	2.00, 2.33, 2.44, 2.08, 1.89, 2.00, 1.62, 1.68, 1.48, 1.36, 1.50, 1.42, 1.43, 1.50, 1.34, 1.50, 1.66, 1.50, 1.48, 1.64, 1.50, 1.78, 1.50, 1.44, 1.28, 1.04, 0.58, 1.46

PROYECTO ALCANTARILLADO CULLUALO- SAN MIGUEL

DISEÑO HIDRÁULICO SECTOR SAN MIGUEL

PERFIL ZONA 4

PERFIL SECTOR SAN MIGUEL ZONA 4 0+000- 0+200



DATOS HIDRÁULICOS	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200
ABSCISADO	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200
COTA TERRENO	3189.48	3185.41	3183.42	3180.56	3176.54	3172.39	3169.52	3167.68	3166.37	3165.90	
COTA PROYECTO	3189.48	3185.41	3183.42	3180.56	3176.54	3172.39	3169.52	3167.68	3166.37	3165.90	
ESPESOR CORTE	1.80	1.05	1.83	1.50	1.16	0.69	1.50	1.24	1.50	1.48	

