

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL

TEMA:
AMPLIACIÓN DEL ALCANTARILLADO COMBINADO DEL BARRIO
MIRANDA ALTO - PARROQUIA DE AMAGUAÑA - CANTÓN QUITO

AUTOR:
CHRISTIAN ANDRÉS VACA BRITO

TUTORA:
MARÍA GABRIELA SORIA PUGO

Quito, marzo del 2017

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Christian Andrés Vaca Brito con documento de identificación N° 1720273117, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: “Ampliación del Alcantarillado Combinado del Barrio Miranda Alto - Parroquia de Amaguaña - Cantón Quito”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.


.....

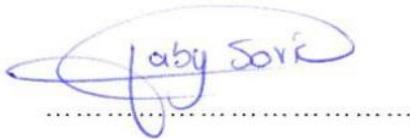
Christian Andrés Vaca Brito

1720273117

Quito, marzo del 2017

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación denominado “Ampliación del Alcantarillado Combinado del Barrio Miranda Alto - Parroquia de Amaguaña - Cantón Quito” realizado por Christian Andrés Vaca Brito, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.



María Gabriela Soria Pugo

1803981214

Quito, marzo del 2017

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente proyecto a las personas más importantes en mi vida, mi familia y mi novia, quienes con su apoyo incondicional y constante motivación, han logrado que pueda concluir de manera exitosa esta etapa de mi vida.

Christian Andrés Vaca Brito

AGRADECIMIENTO

Al gran arquitecto del universo, a los docentes de la carrera de Ingeniería Civil que contribuyeron con mi formación académica.

También agradezco al equipo técnico de la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, por su guía, experiencia y aporte para el presente proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN	18
ABSTRACT	19
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	2
1.1 Nombre del Proyecto	2
1.2 Entidad Ejecutora	2
1.3 Cobertura y Localización	2
1.3.1 Ubicación del Proyecto	2
1.3.2 Localización Geográficamente Referenciada	3
1.4 Monto.....	4
1.5 Plazo de Ejecución	4
1.6 Sector y Tipo de Proyecto.....	4
CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA	5
2.1 Descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto	5
2.1.1 Población.....	5
2.1.2 Educación	6
2.1.3 Salud.....	6
2.1.4 Vivienda	7
2.1.4 Servicios Básicos Existentes	8
2.1.5 Situación Socio Económica	10
2.2 Identificación, Descripción y Diagnostico del problema	12
2.3 Línea Base del Proyecto	13
2.3.1 Resultados de la Encuesta	14
2.4 Análisis de Oferta y Demanda	15
2.4.1 Demanda Actual	15
2.4.1.1 Población de Referencia Actual	15

2.4.1.2 Población Demandante Efectiva Actual	17
2.4.2 Demanda Futura.....	19
2.4.2.1 Población de Referencia Futura.....	19
2.4.2.2 Población Demandante Efectiva Futura.....	20
2.4.3 Oferta.....	22
2.5 Identificación y Caracterización de la Población Objetivo.....	24
2.5.1 Identificación de la Población Objetivo.....	24
2.5.2 Caracterización de la Población Objetivo.....	25
CAPÍTULO 3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	26
3.1 Objetivo General y Objetivos Específicos	26
3.1.1 Objetivo General.....	26
3.1.2 Objetivos Específicos.....	26
3.2 Indicadores de Resultado	26
3.3 Matriz de Marco Lógico	27
CAPÍTULO 4. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD	31
4.1 Viabilidad Técnica.....	31
4.1.1 Estudio de Topografía	31
4.1.1.1 Trabajos de Campo	33
4.1.1.2 Trabajos de Oficina.....	36
4.1.2 Estudio Geotécnico	36
4.1.2.1 Geología	37
4.1.2.2 Información Sísmica	38
4.1.2.3 Tectónica.....	39
4.1.2.4 Riesgo Volcánico.....	40
4.1.2.5 Estudio de mecánica de Suelos.....	41
4.1.3 Información Hidrológica	47
4.1.3.1 Parámetros Meteorológicos.....	47

4.1.3.2	Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia.....	49
4.1.4	Descripción general del sistema a diseñarse.....	50
4.1.4.1	Tipos de Sistemas	51
4.1.4.1.1	Sistemas independientes o unitarios	51
4.1.4.1.2	Sistemas combinados	51
4.1.5	Sistemas Independientes (Primera Alternativa).....	51
4.1.5.1	Sistema Alcantarillado Sanitario.....	51
4.1.5.1.1	Periodo de diseño	52
4.1.5.1.2	Población	52
4.1.5.1.3	Plan de uso y ocupación de suelo	53
4.1.5.1.4	Aporte de aguas residuales	54
4.1.5.1.5	Caudal medio diario (QmDn)	57
4.1.5.1.6	Coeficiente de mayoración y minoración de caudales	57
4.1.5.1.7	Caudales de diseño	58
4.1.5.1.8	Diámetro interno mínimo	59
4.1.5.1.9	Velocidad y pendiente mínima.	59
4.1.5.1.10	Velocidad y pendiente máxima.....	59
4.1.5.1.11	Profundidad hidráulica máxima.	59
4.1.5.1.12	Profundidad mínima y máxima a la cota clave de la tubería.	60
4.1.5.1.13	Cálculo de la red de alcantarillado sanitario.....	61
4.1.5.1.14	Trazado de la red de alcantarillado sanitario.	63
4.1.5.1.15	Ubicación de las tuberías.	63
4.1.5.1.16	Selección del material de las tuberías.	63
4.1.5.1.17	Pozos de registro o de inspección.	64
4.1.5.1.17	Ejemplo diseño de tramo del sistema sanitario.....	64
4.1.5.2	Sistema Alcantarillado Pluvial	72
4.1.5.2.1	Periodo de diseño.....	72

4.1.5.2.2	Periodo de retorno.....	72
4.1.5.2.3	Áreas de drenaje.....	73
4.1.5.2.4	Intensidad de precipitación.....	73
4.1.5.2.5	Método de cálculo del caudal pluviométrico (Método racional).	74
4.1.5.2.6	Determinación de la escorrentía neta.....	74
4.1.5.2.7	Tiempo de concentración.....	76
4.1.5.2.8	Distancia mínima entre conductos de otros servicios y quebradas.	77
4.1.5.2.9	Dimensionamiento para escurrimiento a superficie libre.....	78
4.1.5.2.10	Diámetro interno mínimo.....	79
4.1.5.2.11	Velocidad mínima y máxima.....	79
4.1.5.2.12	Pendiente máxima y mínima.....	79
4.1.5.2.13	Profundidad máxima y mínima a la cota clave.....	79
4.1.5.2.14	Ejemplo diseño de tramo del sistema pluvial.....	80
4.1.6	Diseño Alcantarillado Combinado. (Segunda Alternativa).....	87
4.1.6.1	Criterios y parámetros básicos para sistemas combinados.....	87
4.1.6.2	Diseño del sistema combinado.....	88
4.1.7	Comparación de alternativas y selección de la mejor opción.....	88
4.1.7.1	Comparación técnica.....	89
4.1.7.2	Comparación económica.....	89
4.1.7.3	Selección de la mejor alternativa.....	91
4.1.8	Temas complementarios de la alternativa seleccionada.....	91
4.1.8.2	Parámetros de diseño estructural.....	91
4.1.8.2.1	Pozos de inspección.....	91
4.1.8.2.2	Cálculo estructural de las tuberías.....	91
4.1.8.3	Diseño de sumideros.....	100
4.1.8.3.1	Ubicación de los sumideros.....	101

4.1.8.3.2	Determinación de los caudales pluviales.....	102
4.1.8.3.3	Estimación de los caudales de aproximación.	103
4.1.8.3.4	Cálculo del caudal interceptado.....	108
4.1.8.4	Especificaciones técnicas.	114
4.1.8.5	Análisis de la Red Existente.....	114
4.2	Viabilidad financiera y económica.....	115
4.2.1	Metodología utilizada para el cálculo de la inversión total, costos de operación y mantenimiento, ingresos y beneficios.....	115
4.2.2	Identificación y valoración de la inversión total, costos de operación y mantenimiento, ingresos y beneficios.....	115
4.2.3	Flujos financieros y económicos.....	119
4.2.4	Indicadores económicos.	120
4.2.5	Análisis de sensibilidad.....	122
4.3	Análisis de sostenibilidad.....	122
4.3.1	Sostenibilidad económica – financiera.....	122
4.3.2	Análisis de impacto ambiental y de riesgos.....	123
4.3.2.1	Proyecto, obra o actividad.....	123
4.3.2.2	Actividad Económica.....	123
4.3.2.3	Datos generales.....	124
4.3.2.3.1	Sistema de coordenadas.....	124
4.3.2.3.2	Estado del proyecto, obra o actividad.	124
4.3.2.3.3	Dirección.	124
4.3.2.3.4	Datos del promotor.....	125
4.3.2.3.5	Características de la zona.	125
4.3.2.3.6	Equipos y accesorios principales a instalar.	125
4.3.2.3.7	Descripción de la materia prima utilizada.	126
4.3.2.3.8	Requerimiento de personal.	126
4.3.2.3.9	Espacio físico para la construcción del proyecto.....	127

4.3.2.3.10 Acuerdos de negociación de tierras.....	128
4.3.2.4 Marco legal referencial	129
4.3.2.5 Descripción del proyecto.....	130
4.3.2.5.1 Fase constructiva.....	131
4.3.2.5.2 Fase de operación y mantenimiento.....	132
4.3.2.6 Descripción del proceso.	133
4.3.2.7.1 Área de implantación física	134
4.3.2.7.2 Área de implantación biótica.....	136
4.3.2.7.3 Área de implantación social.	136
4.3.2.8 Principales impactos ambientales	137
4.3.2.9 Plan de manejo ambiental (PMA).....	138
4.3.2.9.1 Plan de prevención y mitigación de impactos.	139
4.3.2.9.2 Plan de manejo de desechos.	142
4.3.2.9.3 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.	143
4.3.2.9.4 Plan de relaciones comunitarias.....	144
4.3.2.9.5 Plan de contingencias.....	145
4.3.2.9.6 Plan de seguridad y salud ocupacional.....	148
4.3.2.9.7 Plan de monitoreo y seguimientos.	150
4.3.2.9.8 Plan de rehabilitación de áreas contaminadas.	151
4.3.2.9.9 Plan de cierre, abandono y entrega del área.	152
4.3.2.10 Proceso de participación social.....	153
4.3.2.11 Cronograma de construcción y operación del proyecto.....	153
4.3.2.12 Cronograma valorado del plan de manejo ambiental (PMA).....	154

CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO DETALLADO Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO	156
5.1 Presupuesto detallado	156
5.1 Fuentes de financiamiento	160

CAPÍTULO 6. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN	161
6.1 Estructura operativa.....	161
6.2 Arreglos institucionales	162
6.3 Cronograma valorado por componentes y actividades.....	162
CAPÍTULO 7. ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN.....	163
7.1 Monitoreo de la ejecución.....	163
7.2 Evaluación de resultados e impactos	163
CONCLUSIONES	164
RECOMENDACIONES	166
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de educación Censo INEC	6
Tabla 2. Población de referencia actual	17
Tabla 3. Cálculo densidad poblacional Sector Miranda Alto.....	18
Tabla 4. Cálculo densidad poblacional Sector Comuna Miranda Grande	19
Tabla 5. Población Referencia Futura.....	19
Tabla 6. Población Demandante Efectiva Futura	20
Tabla 7. Demandante Insatisfecha al año 2045	23
Tabla 8. Población Objetiva al 2045.....	24
Tabla 9. Población Beneficiada con el Proyecto al 2045.....	25
Tabla 10. Indicadores de resultado	26
Tabla 11. Marco Teórico.....	27
Tabla 12. Puntos de Control.....	32
Tabla 13. Puntos GPS Insitu.....	32
Tabla 14. Formaciones geológicas Parroquia de Amaguaña	38
Tabla 15. Ubicación de los Ensayos Proctor Modificado	42
Tabla 16. Ubicación de los Ensayos SPT.....	42
Tabla 17. Clasificación SUCS en base a ensayos SPT	43
Tabla 18. Cohesión en base a ensayo SPT	43
Tabla 19. Ensayos Compactación Proctor	45
Tabla 20. Valores pluviométricos mensuales en la Estación Izobamba-Pichincha [mm].....	48
Tabla 21. Relación tipo de obra y su tiempo de retorno	49
Tabla 22. Parámetros curvas IDF	50
Tabla 23. Dotaciones recomendadas	55
Tabla 24. Áreas de drenaje.....	55
Tabla 25. Categorización de infiltraciones.....	56
Tabla 26. Coeficientes de mayoración y minoración	57
Tabla 27. Coeficientes de rugosidad de Manning	62
Tabla 28. Interacciones para cálculo de altura de flujo (h)	71
Tabla 29. Periodos de retorno para diferentes ocupaciones del área	72
Tabla 30. Áreas de aportaciones para diseño	73
Tabla 31. Coeficientes de escorrentía	76
Tabla 32. Profundidad mínima de tuberías	80

Tabla 33. Interacciones para cálculo de altura de flujo (h)	86
Tabla 34. Parámetros básicos para diseño de alcantarillados combinados	88
Tabla 35. Tabla de comparación económica entre alternativas.....	90
Tabla 36. Tabla cuadro resumen de deformaciones en tuberías.....	96
Tabla 37. Caudales pluviales en cada tramo de vía	102
Tabla 38. Esquema de cunetas triangulares	104
Tabla 39. Caudales interceptados por tramos.....	109
Tabla 40. Numero de sumideros por calles	114
Tabla 41. Costo inversión del proyecto	116
Tabla 42. Costo de mantenimiento y operación primer año	116
Tabla 43. Costos anuales de Mantenimiento y Operación.....	117
Tabla 44. Ingresos totales por venta de servicios de alcantarillado.....	118
Tabla 45. Beneficio valorado (atención médica).....	119
Tabla 46. Indicadores de rentabilidad del proyecto.....	120
Tabla 47. Flujo de caja de proyecto.....	121
Tabla 48. Análisis de sensibilidad	122
Tabla 49. Categorización ambiental del proyecto	123
Tabla 50. Coordenadas representativas del proyecto.....	124
Tabla 51. Estado del proyecto	124
Tabla 52. Materia prima a emplearse.....	126
Tabla 53. Requerimiento de personal	127
Tabla 54. Marco legal de referencia	129
Tabla 55. Procesos del proyecto.....	133
Tabla 56. Factores/impactos ambientales	137
Tabla 57. Prevención y mitigación de impactos.....	139
Tabla 58. Manejo de desechos.....	142
Tabla 59. Comunicación, capacitación y educación ambiental.....	143
Tabla 60. Relaciones comunitarias	144
Tabla 61. Contingencias.....	145
Tabla 62. Seguridad y salud ocupacional.....	148
Tabla 63. Monitoreo y seguimientos	150
Tabla 64. Rehabilitación de áreas contaminadas.....	151
Tabla 65. Cierre, abandono y entrega del área del proyecto	152
Tabla 66. Cronograma de construcción (PMA)	153

Tabla 67. Cronograma del plan de manejo ambiental	154
Tabla 68. Presupuesto del Proyecto.....	156
Tabla 69. Fuentes de financiamiento	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Parroquia Amaguaña.....	2
Figura 2 Ubicación del Barrio Miranda Alto	3
Figura 3 Ubicación Geográficamente Referenciada, Barrio Miranda Alto	3
Figura 4 División Sectorial del Barrio Miranda Alto	5
Figura 5 Abastecimiento de Agua	8
Figura 6 Eliminación de Excretas.....	9
Figura 7 Eliminación de Basura	9
Figura 8 Servicio Eléctrico.....	10
Figura 9 Mapa de Usos de Suelos.....	11
Figura 10 Precipitación Anual en la Parroquia Amaguaña	12
Figura 11 Principales Enfermedades en el Barrio Miranda Alto	14
Figura 12 Principales maneras de ser tratadas las enfermedades en el Barrio Miranda Alto	15
Figura 13 Población según censos.....	16
Figura 14 Área de Intervención del Proyecto.....	18
Figura 15 Barrio Miranda Alto dividido por sectores que cuentan con servicio de alcantarillado	22
Figura 16 Ubicación Cartográfica del Barrio Miranda Alto	32
Figura 17 Ubicación Punto GPS P.I 2 (Calle Rio Malacatos).....	33
Figura 18 Barrio Miranda Alto sectorizado por sistema de alcantarillado existente..	33
Figura 19 Catastro de Pozo Pex43, entre las Calles Rio Bermejo y Rio Chambo	34
Figura 20 Colocación de referencias para triangulaciones Pz2 (Calle Rio Blanco)...	35
Figura 21 Estación Total Trimble M3	35
Figura 22 Ubicación BM1 en el plano topográfico	36
Figura 23 Ubicación del proyecto en mapa geológico.....	37
Figura 24 Ubicación del proyecto en un mapa temático de riesgos sísmicos	38
Figura 25 Distrito Metropolitano de Quito y su riesgo volcánico	40
Figura 26 Ubicación de los ensayos realizados en el proyecto	42
Figura 27 Ábacos para determinar ángulo de fricción interna ϕ	44
Figura 28 Barrio Miranda Alto en relación a la estación meteorológica Izobamba ...	47
Figura 29 Distribución intra-anual de precipitación. Estación Izobamba.....	48
Figura 30 Curvas IDF en el área de influencia del proyecto.....	50
Figura 31 Densidad de población del DMQ por parroquia (2001).....	52

Figura 32 Ampliación área de proyecto mapa de uso de suelos SHTV.....	53
Figura 33 Ampliación área de proyecto mapa de ocupación y edificabilidad SHTV ...	53
Figura 34 Relación de llenado	60
Figura 35 Cotas en tuberías	60
Figura 36 Ocupación del Suelo	75
Figura 37 Distancia mínima en dirección horizontal	78
Figura 38 Distancia mínima en dirección vertical.....	78
Figura 39 Esquemas de tipos de zanjas angostas	92
Figura 40 Coeficiente de Carga	94
Figura 41 Esquema de las cunetas triangulares	104
Figura 42 Sumidero tipo estándar de la EPMAPS.....	108
Figura 43 Estado actual calles barrio Miranda Alto	131
Figura 44 Estructura Operativa del Proyecto	161

RESUMEN

Debido al crecimiento poblacional en la ciudad de Quito, las parroquias suburbanas aledañas, han experimentado durante las últimas décadas, un incremento de población considerable, proveniente de la ciudad y provincias.

Así el barrio Miranda Alto, inicia hace más de 20 años, como una cooperativa de vivienda, dividida por sectores Miranda Alto y la Comuna Miranda Grande estos tienen origen en la entrega de lotes a los comuneros de la hacienda Miranda en el proceso de Reforma Agraria de hace más de 30 años. A su vez, estos lotes se van subdividiendo, y transfiriendo en herencias, que con la construcción de viviendas van incrementando la población del sector.

Para las parroquias Sur-orientales de Conocoto y Amaguaña, la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) realizó en años anteriores el proyecto de agua potable denominado Tesalia, por tanto se está considerando la planificación de obras de alcantarillado que garantice un servicio ambientalmente sustentable, contribuyendo con el mejoramiento de las condiciones de vida y de salud de los habitantes del Barrio Miranda Alto.

En la fase de estudio se tomó como alternativas, un alcantarillado con un sistema independiente y un alcantarillado con un sistema combinado, con los cuales se analizó su pre-factibilidad y factibilidad, en base a los aspectos técnicos y económicos. Por lo que se concluyó que la segunda alternativa es la más adecuada para el barrio.

En base a la topografía realizada del sector, este sistema posee dos descargas a la red existente en la calle Rio Napo, la misma que es el acceso principal al barrio Miranda Alto.

La inversión del proyecto es de \$881.606,01 dólares americanos los mismos que representan un balance económico favorable y la construcción es técnicamente ejecutable.

Finalmente, se realiza la ficha correspondiente al plan de manejo ambiental, de acuerdo a las leyes vigentes y en base al análisis de impactos ambientales.

ABSTRACT

Due to the population growth in the city of Quito, the surrounding suburban parishes have experienced during the last decades, a considerable population increase, coming from the city and provinces.

Thus the Miranda Alto neighborhood, started more than 20 years ago, as a housing cooperative, divided by sectors Miranda Alto and the Miranda Grande Commune, these originate in the delivery of lots to the villagers of the Hacienda Miranda in the process of Agrarian Reform more than 30 years ago. In turn, these lots are subdivided, and transferring in inheritance, which with the construction of houses are increasing the population of the sector.

For the South-Eastern parishes of Conocoto and Amaguaña, Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) was executed in previous years project called Tesalia; therefore consideration is being given to the planning of sewage works to guarantee an environmentally sustainable service, contributing to the improvement of living conditions and health of the inhabitants of Miranda Alto neighborhood.

In the study phase, a sewer with an independent system and a sewage system with a combined system were used as alternatives, with which its pre-feasibility and feasibility were analyzed, based on technical and economic aspects. So it was concluded that the second alternative is the most suitable for the neighborhood.

Based on the topography of the sector, this system has two discharges to the existing network in Rio Napo Street, which is the main access to the Miranda Alto neighborhood.

The project investment is US \$ 881,606.01 which represents a favorable economic balance and the construction is technically executable.

Finally, the sheet corresponding to the environmental management plan is made, according to the current laws and based on the analysis of environmental impacts.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la dotación de servicios básicos a ciertos sectores con una baja calidad de vida, se ha convertido en política de estado, la Constitución del Ecuador 2008, capítulo sexto, en el Artículo 66, establece “El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios”. (Plan del Buen Vivir, 2013, p. 136)

Por ello, mejorar la calidad de vida de la población es un proceso multidimensional y complejo, uno de los servicios de mayor importancia es el de saneamiento para mejorar la salud de la población.

El crecimiento del Barrio Miranda Alto, ya demanda la ampliación de la construcción de un sistema de saneamiento de aguas residuales y de recolección de aguas pluviales, ya que actualmente se utilizan fosas sépticas, lo que ocasiona focos de contaminación de los mantos freáticos subterráneos y cuerpos receptores superficiales.

Con la ejecución del sistema de alcantarillado combinado, materia de este proyecto, se pretende dar solución a la problemática de contaminación por descargas de aguas residuales, que causan un desequilibrio ecológico y un riesgo de salud inherente para el barrio.

El presente proyecto está basado al formato de inversión social de la Secretaria Nacional de Planificación de Desarrollo (SENPLADES, 2015) y los diseños están acorde a las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados (EPMAPS, 2009).

El análisis y diseño definitivo del proyecto comprendió, aspectos geotécnicos, topográficos, sanitarios, hidráulicos y de medio ambiente, con lo que garantizara un funcionamiento eficiente durante la vida útil del proyecto.

Finalmente el diseño del proyecto genero datos como: volúmenes de obra, planos del diseño, presupuesto, cronograma valorado, análisis de precios unitarios, especificaciones técnicas y factores socio-económicos, muy necesarios para la construcción y puesta en operación del proyecto.

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1 Nombre del Proyecto

Ampliación del Alcantarillado Combinado del Barrio Miranda Alto – Parroquia de Amaguaña – Cantón Quito

1.2 Entidad Ejecutora

Ejecutor :	Estudiante Egresado de Ingeniería Civil
Entidad:	Universidad Politécnica Salesiana

1.3 Extensión y Ubicación

1.3.1 Ubicación del Proyecto

El Barrio Miranda Alto donde se desarrolla el proyecto está ubicada al sur oriente del Distrito Metropolitano de Quito y está ubicado en el valle de los Chillos al sur de la Hoya de Guayllabamba, en el sector del Barrio Miranda Alto – Sector Pinos de Miranda - Parroquia Amaguaña que está asentada en las riveras del Rio San Pedro y en las faldas de la parte norte del volcán Pasochoa que llega a los 4255 msnm, como se indica en la figura 1.1 pertenece al Cantón Quito Provincia de Pichincha.

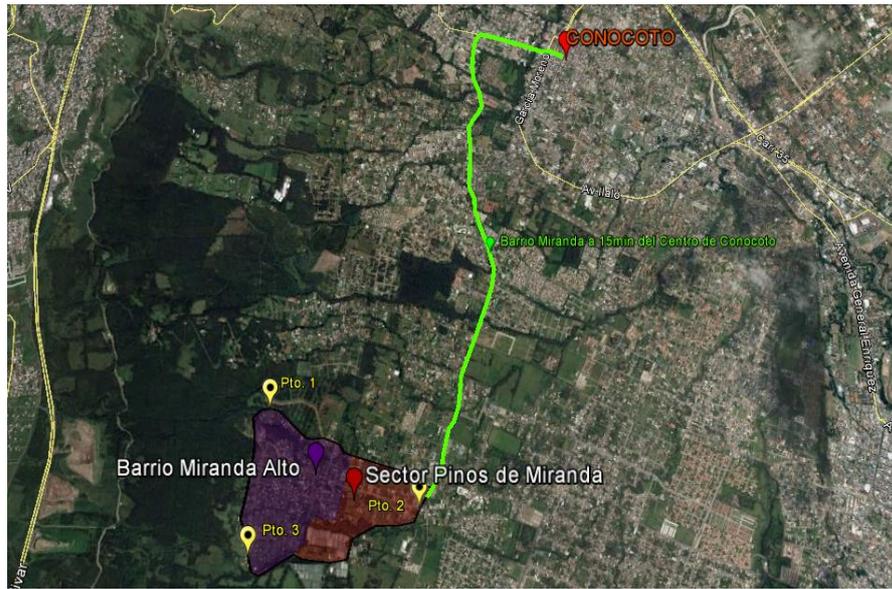
Se encuentra ubicado aproximadamente a 25.3 Km de la Ciudad de Quito y 5,5 Km de Conocoto, el Barrio Miranda Alto pertenece a la Administración Zonal de los Valles de los Chillos.

Figura 1
Ubicación de la Parroquia Amaguaña



Nota. Mapas Temáticos DMQ, 2009
Elaborado por: Secretaria de Territorio Hábitat y Vivienda del DMQ

Figura 2
Ubicación del Barrio Miranda Alto

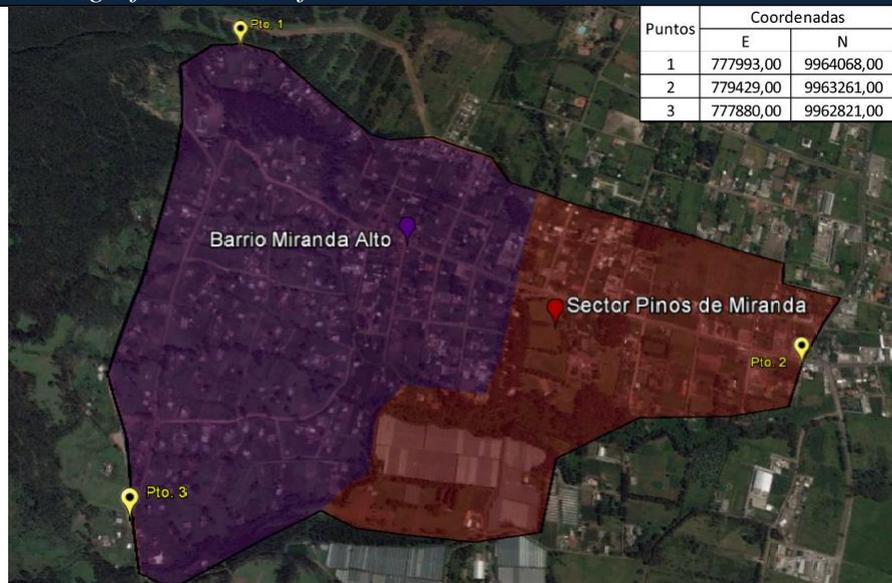


Nota. Google Earth, 2016
Elaborado por: Andrés Vaca

1.3.2 Localización Geográficamente Referenciada

El sector se puede localizar geográficamente mediante las coordenadas planas Universal Transversal Mercator (UTM) proporcionadas por Google Earth:

Figura 3
Ubicación Geográficamente Referenciada, Barrio Miranda Alto



Nota. Google Earth, 2016
Elaborado por: Andrés Vaca

La Parroquia Rural de Amaguaña se encuentra limitada de la siguiente manera:

Norte :	Parroquia Conocoto
Sur :	Parroquia Uyumbicho
Este :	Cantón Rumiñahui
Oeste :	Parroquia Cutuglagua

De acuerdo a información tomada en campo el Barrio Miranda Alto posee un superficie aproximada de 88.40 Ha y se encuentra asentada en un superficie topográficamente montañosa, con una altitud promedio de 2609 msnm.

1.4 Monto

El costo del proyecto es de \$881.606,01 dólares americanos.

1.5 Plazo de Ejecución

El plazo estimado para la ejecución de la obra es de 12 meses.

1.6 Sector y Tipo de Proyecto.

Este proyecto servirá para solventar problemas de insalubridad atendiendo al área de saneamiento ambiental, el modelo de intervención será con un sistema de alcantarillado combinado.

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMÁTICA ACTUAL

2.1 Descripción del área intervención del proyecto

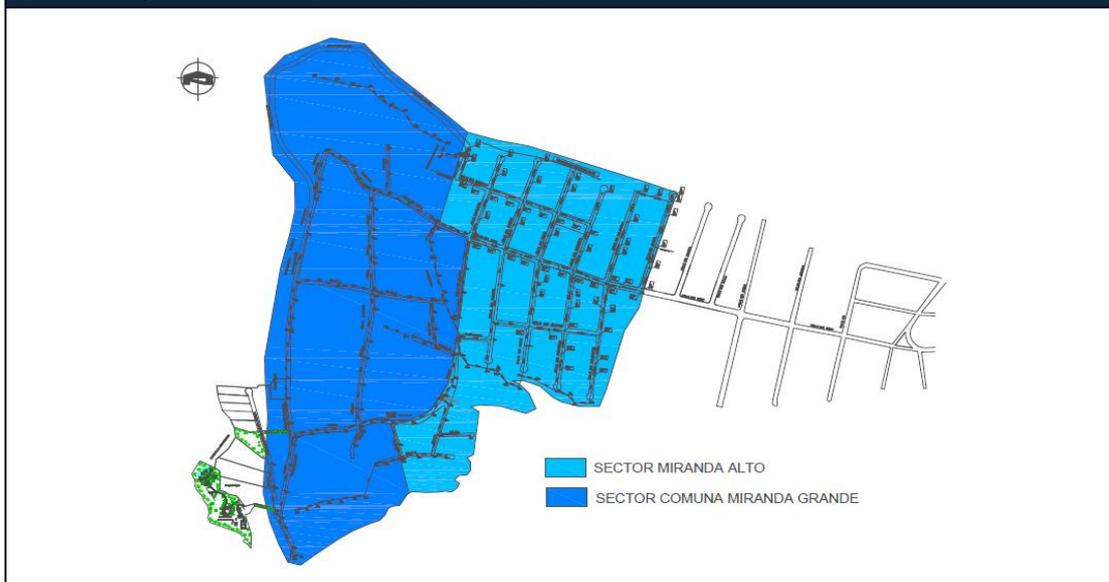
2.1.1 Población

En los datos obtenidos en el INEC no existe información histórica, de población puntual para cada barrio, para estimar el ritmo de crecimiento, se analiza los datos de la parroquia Amaguaña, tomados de los censos nacionales de población.

“La población de Amaguaña al 2010 es de 31106 habitantes, distribuidos en una superficie de 6211 Ha”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 34)

De acuerdo con los datos de los censos, para la población del resto de la parroquia, donde se asientan estos barrios, se aprecia un crecimiento semejante, aunque según los mismos datos, en los últimos años, hay un aparente descenso, pero la realidad es otra, y se debe a que en los planes de delimitación de zonas, periódicamente se amplían los límites urbanos de las cabeceras parroquiales, y al ampliar esos límites, se incorporan nuevas áreas consideradas anteriormente rurales. Al igual que en otras parroquias suburbanas, en esta parroquia hay un mayor crecimiento en los sectores de la periferia.

Figura 4
División Sectorial del Barrio Miranda Alto



Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

2.1.2 Educación

El Barrio Miranda Alto, conformado por los sectores de Miranda Alto y Comuna de Miranda Grande, no posee instituciones educativas secundarias, por lo que la gran mayoría de jóvenes tiene su desarrollo académico en el Parroquia Conocoto, ya que la misma cuenta con algunas instituciones educativas fiscales, tales como el Colegio Nacional Conocoto, además que el Centro de la Parroquia Conocoto está a 15 minutos aproximadamente en bus, hacia el Barrio Miranda Alto.

En el sector de la Comuna Miranda Grande, está la Escuela J.I Comuna Miranda la misma que brinda educación a 52 alumnos con 2 profesores, en el Sector de Miranda Alto no se evidencia escuelas, por lo que su desarrollo académico lo realizan en las escuelas fiscales de la parroquia de Conocoto, entre las cuales se encuentra la Escuela Amable Araúz.

Tabla 1 <i>Indicadores de educación Censo INEC</i>	
DESCRIPCIÓN	%
Analfabetismo	4.72
Tasa neta de escolarización primaria	30.97
Tasa neta de escolarización secundaria	26.50
Tasa neta de escolarización superior	13.13

Nota. Censo Población y Vivienda 2010 (INEC)
Elaborado por: Andrés Vaca

2.1.3 Salud

El Barrio Miranda Alto pese a pertenecer a la Parroquia de Amaguaña, por su cercanía a la Parroquia Conocoto, los habitantes se realizan sus chequeos médicos en el Centro de Salud # 24, con 6 médicos (Medicina General 2, Odontología 2, Obstetricia 2), con 5 enfermeras (Enfermería 1, Auxiliar de Enfermería 2, Auxiliar Odontología 1), con una atención del tipo preventiva así como de consulta externa, medicina general, pediatría, atención del embarazo, planificación familiar, enfermedades de la mujer. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Conocoto, 2012, pág. 76).

Las enfermedades que se dan con frecuencia son las infecciones respiratorias (contaminación ambiental), digestivas, parasitarios, desnutrición, y anemia (niños y adolescentes).

2.1.4 Vivienda

Los dos sectores están en plena formación. En la parte alta, el sector de la Comuna Miranda Grande, es un asentamiento de antiguos precaristas de la hacienda Miranda, y que al momento tramitan la legalización de sus propiedades con la planificación de la lotización y trazado de vías. Son lotes con extensión sobre los dos y tres mil m², por lo que este sector al momento tiene características propias de área rural, como son carencia de calles, vivienda dispersa, y con dominio de áreas agrícolas de cultivo y crianza de animales. Pero al momento estos lotes, en gran número los han subdividido por herencias para construcción de viviendas, y en este orden va creciendo la densidad de población.

El Sector Miranda Alto, en cambio está formado en base a una Cooperativa de vivienda, con lotización planificada, y con lotes de áreas de 1000m², por lo que dispone ya de sus calles consolidadas. Como en el caso anterior, debido al tamaño grande de los lotes, también están siendo retaceados en lotes de menor área.

En cuanto a la vivienda en estos sectores, como son barrios en formación, la vivienda que se está implementando es de tipo urbano con construcciones de hormigón y mampostería, por lo que demandan la dotación de servicios básicos.

Respecto a la densidad de viviendas, al momento se puede diferenciar dos valores:

En el sector de la Comuna Miranda Grande la densidad actual es sumamente baja, por la extensión de los lotes, el promedio es de 3 y 4 viviendas por Ha.

En el sector Miranda Alto, en cambio, la densidad de viviendas estará en función de los lotes, y se observa que ya existen más de una vivienda en cada lote, pudiendo estimar entre 10 y 15 vivienda por Ha.

En cuanto a planes urbanísticos, en la Comuna Miranda Grande se han formado dos comités que paralelamente están realizando gestiones de levantamiento de la lotización y planificación del trazado vial, en cambio en Miranda Alto cuenta ya con calles consolidadas y la organización con el comité barrial que está gestionando la dotación de los servicios.

Finalmente, cabe señalar que en estos barrios, la mayoría de viviendas aún están a cierta distancia del borde superior de las quebradas, por tanto es importante que el

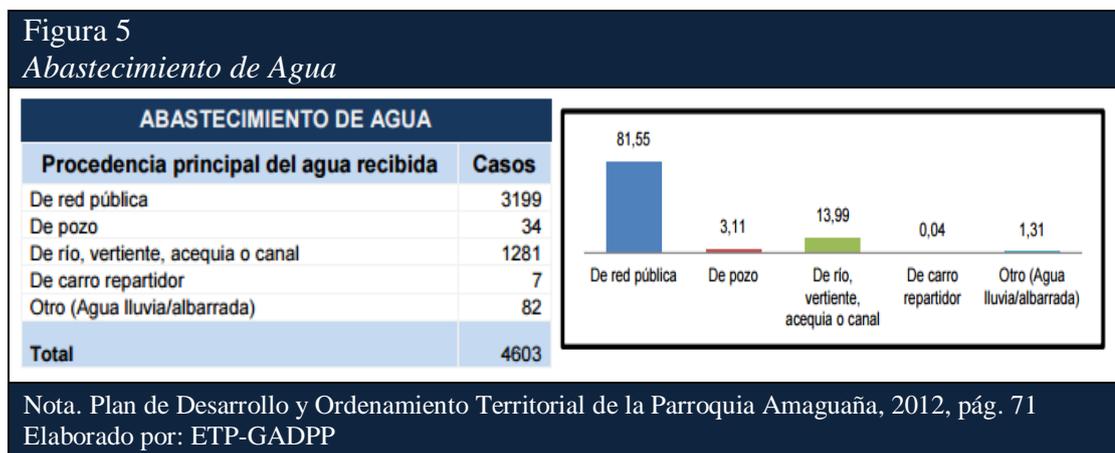
Municipio haga campañas de la protección de los cuerpos hídricos para mantener las franjas de protección de 10 m laterales en quebradas, y 50 m laterales en los ríos, estipulado por la (Ordenanza Metropolitana de Quito N° 0255, 2008, pág. 26).

2.1.4 Servicios Básicos Existentes

Agua para el consumo humano: El 81.55% de las viviendas reciben agua por red pública, el 3.10% de pozos, el 13.99% de río, vertiente, acequia o canal, el 0.04% por carro repartidor y el 1.31% a través de otro sistema (agua lluvia), como se observa en la figura 5. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 71).

“El 69.70% de los hogares desconfían de la calidad del agua por lo que hierven, le ponen cloro o la filtran antes de beberla”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 74).

De los 61 barrios existentes en la parroquia Amaguaña, el Barrio de Miranda Alto dispone 60% un sistema de dotación de agua para consumo humano, las fuentes de suministro de agua para consumo humano, se provee desde el proyecto de agua potable Tesalia. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 74).

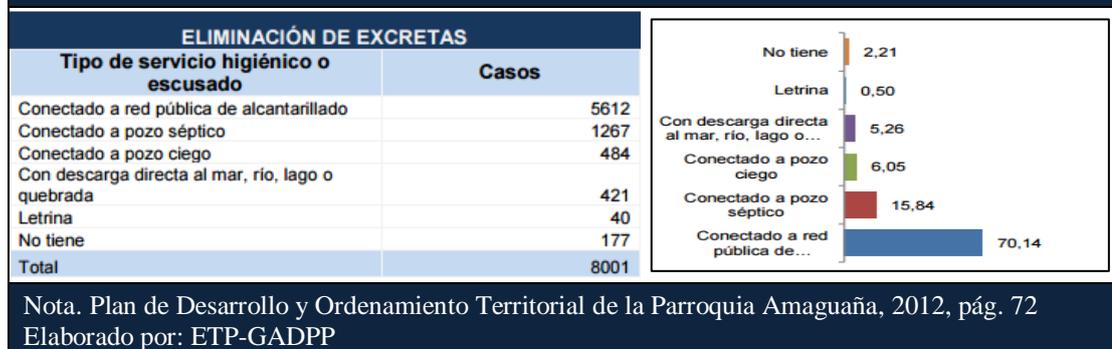


Alcantarillado: El 70% de las viviendas están conectadas a la red pública de alcantarillado, el 22% de las viviendas están conectadas a pozos sépticos o ciegos y el 5.26% descargan en ríos, no tienen un sistema de evacuación el 2.21%, estos datos corresponden al análisis de la Parroquia Amaguaña, en el caso específico del Barrio Miranda Alto, el 45% del barrio posee de un sistema de alcantarillado combinado y

el porcentaje restante del barrio, utiliza pozos sépticos o ciegos. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 74).

Figura 6

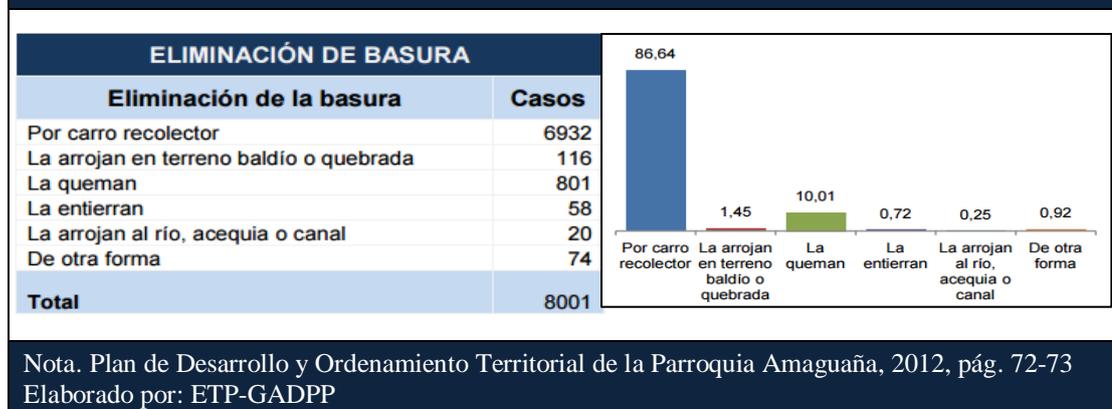
Eliminación de Excretas



Recolección de basura: “El 86% de la población elimina sus desechos sólidos por carro recolector, el 10% la quema y el 1.45% la arrojan a terrenos baldíos, ríos y quebradas”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 74).

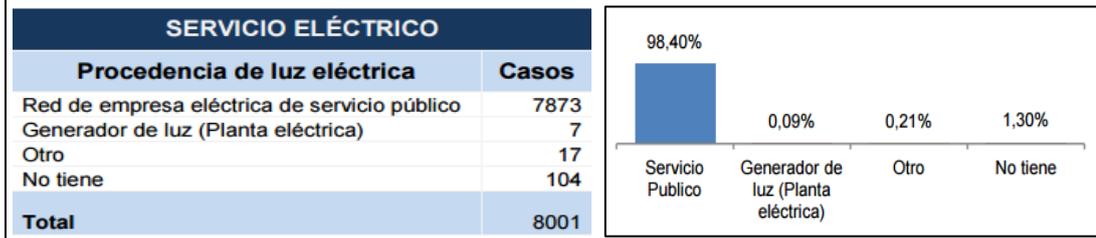
Figura 7

Eliminación de Basura



Energía Eléctrica: “El 98.40% de la población dispone de servicio público de luz eléctrica, el 0.09% tiene generador de luz (Planta eléctrica) y tan solo el 1.30% no dispone de este servicio, que corresponde a los barrios periféricos”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 75).

Figura 8
Servicio Eléctrico



Nota. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 73
Elaborado por: ETP-GADPP

Alumbrado público: “El 40% de la parroquia no cuenta con alumbrado público, esto sucede principalmente en los asentamientos del área rural, dando lugar a espacios que se prestan para la actividad delincinencial”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 75).

El barrio Miranda Alto posee alumbrado público en un 85%, en las calles principales del sector.

2.1.5 Situación Socio Económica

Los habitantes de la parroquia Amaguaña en la actualidad se dedican a actividades tales como: agricultura, ganadería, obraje y artesanía.

“En la zona el cultivo predominante fue el maíz y el choclo, para producirlo utilizaban las partes bajas del valle y las orillas del sistema fluvial, entre los cultivos no agrícolas se explotaban la madera y como consecuencia de esta explotación registra una deforestación temprana”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 49).

Economía

“La población económicamente activa de la parroquia Amaguaña en base al censo del INEC del 2010, se encuentra ocupada predominantemente en las Industrias manufactureras con 25%, Comercio al por mayor y menor 15% y Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con el 9%”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág. 50).

Usos de Suelo

“En la parroquia de Amaguaña, la mayor concentración de suelo urbano se encuentra en la cabecera parroquial, con el 56%, mientras que el 44% restante se encuentra disperso entre los sectores de Carapungo Bajo, La Floresta, Yanahuayco y la Cooperativa Don Eloy”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág.68).

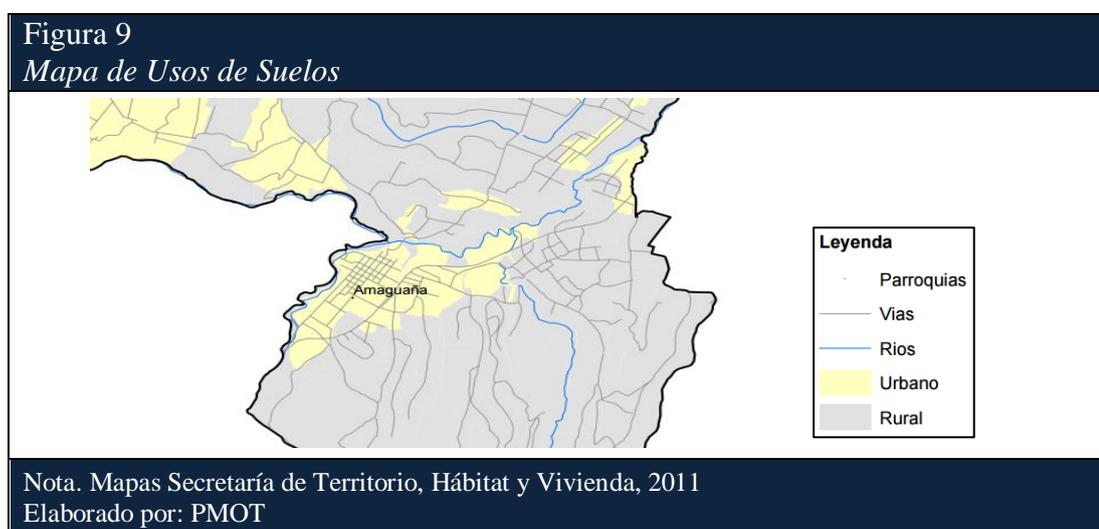
“En la parroquia se evidencian predios de 360 m² con morfología homogénea y la mayor parte de terrenos con vocación agrícola”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág.68).

Suelo Urbano.- es aquel que cuenta con vías, redes públicas de servicios e infraestructura y que tenga ordenamiento urbanístico definido y aprobado como tal.

Suelo Urbanizable.- son aquellas áreas que el Plan General de Desarrollo Territorial del Distrito (PGDT) destinadas a ser soporte del crecimiento urbano previsible, bajo las normas y en los plazos que establezca el PGDT de acuerdo a las etapas de incorporación.

Suelo No Urbanizable.- son aquellas áreas del DMQ que por sus condiciones naturales, sus características ambientales y de paisaje, turísticas, históricas y culturales, su valor productivo agropecuario, forestal o minero, no pueden ser incorporadas en las categorías anteriores.

Los tipos de suelos que se encuentran en la zona se pueden evidenciar en la siguiente figura.



Ambiente

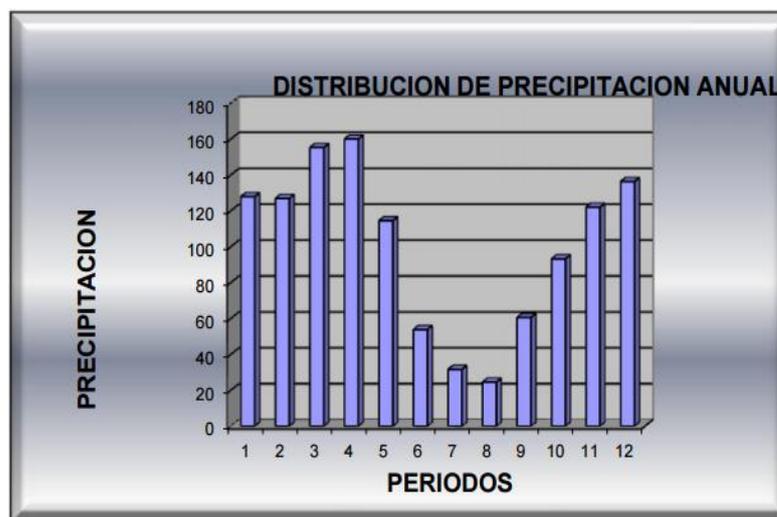
“La pluviosidad media anual se encuentra en 1.208mm presentando un régimen de precipitación que corresponde a una distribución de tipo Andino; por lo tanto este régimen responde a factores de naturaleza orográfica y por la presencia de la Cordillera de los Andes”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág.44).

Por lo que Amaguaña posee un clima característico que corresponde a la zona interandina.

“En la parroquia su periodo lluvioso es todo el año, siendo las más altas precipitaciones en marzo y abril; en menos intensidad en los meses de julio y agosto; concluyendo con precipitaciones constantes ascendentes de septiembre a diciembre. Las intensidades más altas registradas están en orden de los 160-155 mm, con vientos moderados con velocidades medias entre 3 y 4 m/s dirección predominante norte”. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, pág.44).

Figura 10

Precipitación Anual en la Parroquia Amaguaña



Nota. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, P. 44
Elaborado por: ETP-GADPP

2.2 Identificación, Descripción y Diagnostico del problema

- **PROBLEMA CENTRAL:** Deficiente e insuficiente funcionamiento del Sistema de eliminación de aguas servidas y aguas lluvias en la Parroquia Amaguaña, Barrio Miranda Alto.

- **CAUSAS DEL PROBLEMA CENTRAL:** El problema se genera por las siguientes causas:
 - a. Falta de preocupación del Gobierno Municipal de turno, para dotar del servicio básico a todos los barrios de Quito.
 - b. Falta de intervención de la Administración Zonal Los Chillos precedida por su Administrador, para tomar medidas necesarias y dotar de este servicio básico al Barrio Miranda Alto.
 - c. Falta de recursos financieros para llevar a cabo el proyecto.
 - d. Falta de apoyo económico de organismos internacionales.
- **EFECTOS DEL PROBLEMA CENTRAL:** El problema genera los siguientes efectos:
 - a. Problemas de salud en los habitantes, por insalubridad que ocasionan las descargas de aguas servidas a las quebradas aledañas al Barrio Miranda Alto.
 - b. El Barrio Miranda Alto tiene una baja plusvalía por la falta de este servicio básico.
 - c. Habitantes del Barrio Miranda Alto, se muestran inconformes con los gobiernos de turno por el desinterés en dotar del servicio básico.
 - d. Por las descargas inadecuadas existen estancamientos de aguas servidas, lo cual es foco de proliferación de insectos y animales rastreros (zancudos, moscos, ratas).
- **SITUACIÓN FINAL:** Se evidencia el malestar de los habitantes del Barrio Miranda Alto por la insalubridad y la baja calidad de vida que tienen por el insuficiente sistema de eliminación aguas servidas y aguas lluvias.

2.3 Línea Base del Proyecto

El desarrollo del siguiente proyecto parte de las necesidades en materia de infraestructura básica que presenta la población de Miranda Alto, como es la falta de un sistema de alcantarillado, por lo que el GAD de Amaguaña busca implementar proyectos para satisfacer estas necesidades; de acuerdo al estudio realizado por el GAD de Amaguaña aproximadamente el 50% de la población no cuenta con este servicio porcentaje en el cual se encuentra el barrio en cuestión.

Como soluciones temporales se han adaptado en las viviendas pozos sépticos los cuales en algunos casos han sido construidos sin cumplir normativa técnica.

Actualmente se encuentran impulsando, la ampliación del sistema de alcantarillado combinado en el Barrio Miranda Alto, ya que el 100% de la población que se beneficiaría con la ejecución del proyecto, no cuenta con el servicio de alcantarillado.

2.3.1 Resultados de la Encuesta

Para establecer la situación actual del proyecto se realizó una encuesta técnico-social en las zonas más representativas del proyecto; en el anexo 1 se presenta el formato empleado para dicho fin.

En un 90% de los pozos sépticos y letrinas presentan un severo descuido o no tienen un buen mantenimiento, por lo que:

Los pozos sépticos son foco de bacterias y virus los mismos que pueden ser causantes de varias enfermedades entre las principales tenemos:

- Disentería
- Parasitosis
- Infecciones Intestinales
- Infecciones Estomacales

Se realizó una encuesta a una población aleatoria en los sectores de la Comuna Miranda Grande y Miranda Alto donde se obtuvieron los siguientes resultados:

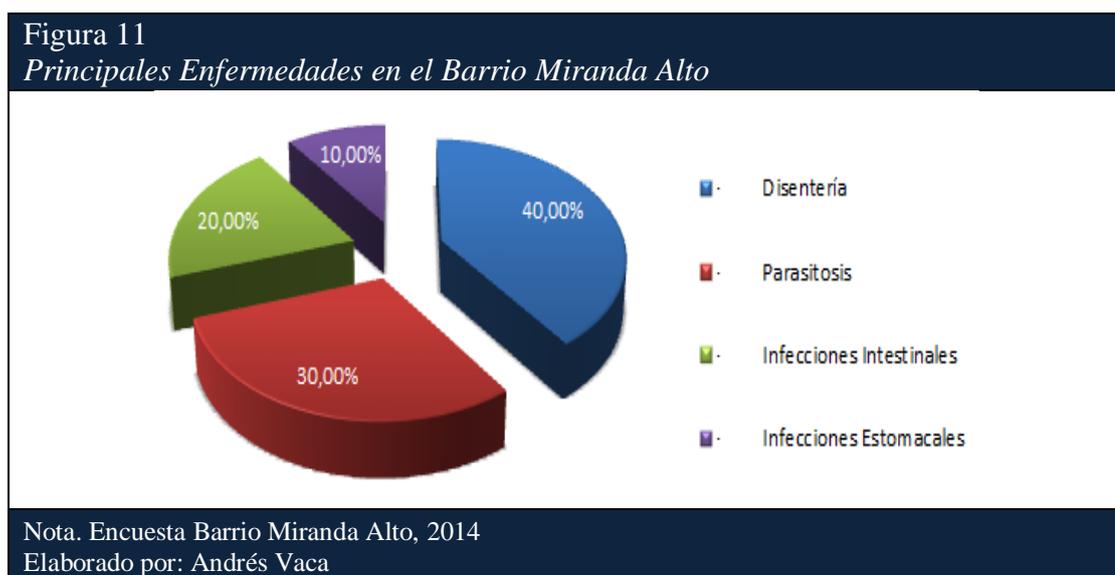
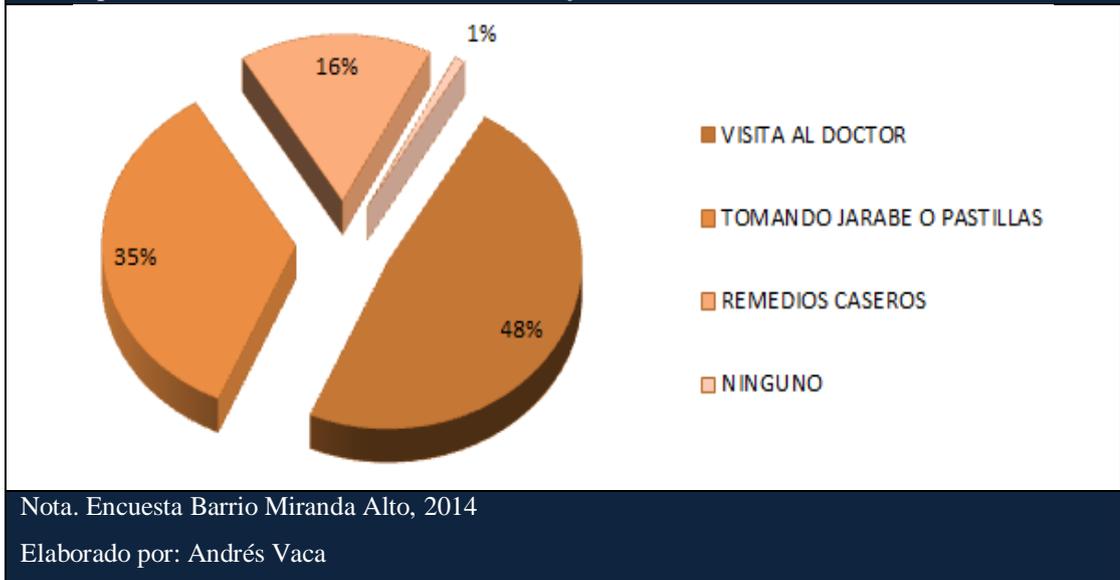


Figura 12
Principales maneras de ser tratadas las enfermedades en el Barrio Miranda Alto



La evacuación de aguas lluvias, es un problema que afecta a todo el sector ya que se lo evidencia en el estado de las vías del sector porque principalmente se encuentran en estado natural (*en tierra*), las mismas que por acción de la lluvia se forma material fangoso por lo que no presenta una rasante uniforme.

2.4 Análisis de Oferta y Demanda

El análisis de la oferta y demanda se realizara en base al análisis y datos útiles del censo de población y vivienda que se realizó en el año 2010.

2.4.1 Demanda Actual

2.4.1.1 Población de Referencia Actual

Esta población se tomara en base a la población censada en el año 2010 de la Parroquia Amaguaña ya que existen datos, de población y para lo cual se realizara una proyección al año 2015 por ser el año en curso.

Figura 13
Población según censos

POBLACIÓN SEGÚN CENSOS							
	1950	1962	1974	1982	1990	2001	2010
PICHINCHA	381.982	553.665	885.078	1.244.330	1.516.902	2.388.817	2.576.287
DMQ	314.238	475.335	768.885	1.083.600	1.371.729	1.839.853	2.239.191
ALANGASI	3.646	1.670	4.878	7.530	11.064	17.322	24.251
CONOCOTO	5.419	6.430	11.960	19.884	29.164	53.137	82.072
GUANGOPOLO	0	914	1.270	1.622	1.670	2.284	3.059
LA MERCED	0	0	2.470	3.431	3.733	5.744	8.394
PINTAG	5.986	6.516	7.483	9.335	11.484	14.487	17.930
AMAGUAÑA	7.832	9.978	12.066	16.472	16.779	23.584	31.106

Nota. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, P. 34
Elaborado por: ETP-GADPP

El Método que se aplicara es el de Tasa de Crecimiento, el mismo que emitirá un valor del crecimiento poblacional bastante aceptable. (Bolinaga *et al.*, 1999, pág. 20).

Ecuación 1. Tasa de Crecimiento

$$r = \left(\frac{Pf}{Puc} \right)^{\frac{1}{Tf - Tuc}} - 1$$

Dónde:

r = tasa de crecimiento anual

Puc = población del censo 2001

Tuc = año del censo

Pf = población del censo 2010

Tf = año del censo

En base a los datos tomados de la parroquia en función de los censos realizados, se tiene que, en el censo del año 2001 se tuvo una población de 23584 habitantes, y para el censo del año 2010 se tuvo una población de 31106 habitantes, por lo que usando la ecuación 1 se calcula la tasa de crecimiento:

$$r = \left(\left(\left(\frac{31106}{23584} \right)^{\frac{1}{2010-2001}} \right) - 1 \right) \times 100 = 3.12\%$$

Para el cálculo de las poblaciones a futuro se lo realizo con la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Población Proyectada

$$Pf = Puc (1 + r)^{Tf - Tuc}$$

$$Pf_{(2011)} = 31106 (1 + 0.0312)^{(2011 - 2010)}$$

$$Pf_{(2011)} = 32076.5$$

$$Pf_{(2011)} = 32077$$

Tabla 2 <i>Población de referencia actual</i>	
AÑO	Nro. HABITANTES
2010	31106
2011	32077
2012	33077
2013	34109
2014	35174
2015	36271

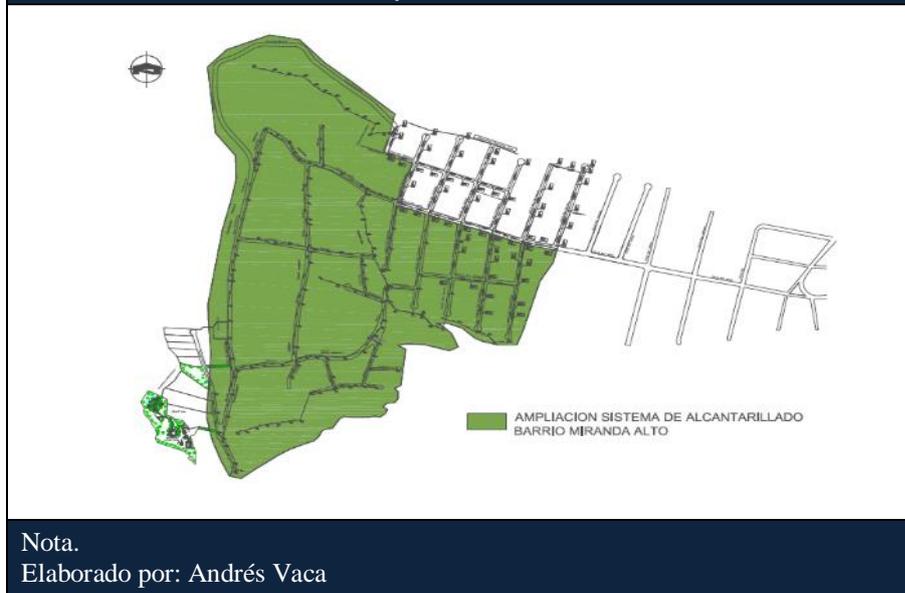
Nota. Censo INEC, 2010
Elaborado por: Andrés Vaca

2.4.1.2 Población Demandante Efectiva Actual

Población calculada en base a proyecciones del censo de población y vivienda efectuado en el 2010 y el crecimiento de la población sigue el promedio del crecimiento nacional, con un índice geométrico del 3.12 % anual.

La población demandante potencial corresponde a la total ya que ningún morador del barrio cuenta con un sistema de alcantarillado combinado que cubra y satisfaga sus necesidades, sin ocasionarle problemas de insalubridad.

Figura 14
Área de Intervención del Proyecto



Para poder determinar la densidad poblacional del Barrio Miranda Alto se dividirá en dos sectores para un análisis competente en el **Sector Miranda Alto** como dispone de planificación territorial, con lotización definida y vías consolidadas, permite determinar valores de densidades actuales y futuras de la siguiente manera:

En el trazado original constan 145 lotes en áreas de 2000 m² y más, pero se están realizando subdivisiones, pudiendo prever que es factible tener hasta 3 lotes en cada uno, con lo cual se obtendrá una densidad futura con los siguientes valores:

Área total (Ha)	35,10
# de lotes	145,00
# de lotes futuros (subdivisión de lotes x 3)	435,00
# de habitantes/lote	6,00
Población Total (hab)	2610,00
Densidad (hab/Ha)	74,36

Nota. Memoria Técnica Proyecto Alcantarillado Barrio Miranda Alto, 2006
Elaborado por: Andrés Vaca

Para el proyecto se adopta la densidad inicial de **75 hab/Ha**.

En el **Sector de Comuna Miranda Grande**, también dispone de lotización con características de tipo agrícola, es decir son lotes con extensiones de 1000 a 3000 m², y también se están realizando subdivisiones, especialmente en concepto de herencia.

Como proyección de la población, dentro del período de diseño, se podría prever su duplicación, aun así, por tener actualmente condiciones de área rural, los valores de densidad son bajos, estos son:

Área total (Ha)	53,30
# de lotes (lote promedio 1500m ²)	355,00
# de habitantes/lote	6,00
Población Total (hab)	2130,00
Densidad (hab/Ha)	39,96
Nota. Memoria Técnica Proyecto Alcantarillado Barrio Miranda Alto, 2006 Elaborado por: Andrés Vaca	

Para el proyecto se adopta la densidad inicial de **40 hab/Ha**.

Ya que existen dos densidades se sumarán las dos y se dividirá para el área de influencia del proyecto en Ha, de lo cual se obtiene un densidad inicial **54hab/Ha**.

2.4.2 Demanda Futura

2.4.2.1 Población de Referencia Futura

Los proyectos son diseñados para poder favorecer a demandas futuras, en el caso de recolección de aguas servidas la EPMAPS recomienda que los sistemas sean calculados con una proyección de 30 años. (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009, pág. 27), por lo tanto el final del periodo del diseño será en el año 2045.

AÑO	Nro. HABITANTES
2015	36.271
2016	37.403
2017	38.570
2018	39.773
2019	41.014
2020	42.294
2021	43.613

AÑO	Nro. HABITANTES
2022	44.974
2023	46.377
2024	47.824
2025	49.316
2026	50.855
2027	52.441
2028	54.078
2029	55.765
2030	57.505
2031	59.299
2032	61.149
2033	63.057
2034	65.024
2035	67.053
2036	69.145
2037	71.302
2038	73.527
2039	75.821
2040	78.187
2041	80.626
2042	83.142
2043	85.736
2044	88.410
2045	91.169

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

2.4.2.2 Población Demandante Efectiva Futura

Esta población se calcula para poder determinar la densidad poblacional futura en el área de influencia del proyecto, los 4740 habitantes en el año 2015, es el número estimado en el área de estudio, para los siguientes años se replicará usando la ecuación 2.

Tabla 6
Población Demandante Efectiva Futura

AÑO	Nro. HABITANTES
2015	4.740
2016	4.888
2017	5.040
2018	5.198
2019	5.360

AÑO	Nro. HABITANTES
2020	5.527
2021	5.699
2022	5.877
2023	6.061
2024	6.250
2025	6.445
2026	6.646
2027	6.853
2028	7.067
2029	7.288
2030	7.515
2031	7.749
2032	7.991
2033	8.240
2034	8.498
2035	8.763
2036	9.036
2037	9.318
2038	9.609
2039	9.909
2040	10.218
2041	10.536
2042	10.865
2043	11.204
2044	11.554
2045	11.914

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

La población demandante efectiva correspondería a la población demandante potencial ya que no hay distinción u objeción para ser dotados del servicio de alcantarillado, porque está ligado al objetivo 3 del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, el mismo que corresponde a mejorar la calidad de vida de toda la población dotándolos de servicios básicos en general (agua potable, luz eléctrica y alcantarillado).

Para el cálculo de la densidad futura se tomara la cantidad de habitantes final 11.914 (hab) y para el área de 88.40 hectáreas, con lo cual se obtiene la siguiente densidad futura **135 hab/Ha.**

2.4.3 Oferta

La oferta actual es cero debido a que ningún morador del Barrio Miranda Alto cuenta con un Sistema de Alcantarillado Combinado que cubra y satisfaga las necesidades de los usuarios evacuando las aguas servidas con salubridad y con la menor contaminación ambiental.

En vista de que no hay ningún proyecto pendiente o en ejecución respecto a alcantarillado sanitario y/o pluvial y su respectivo tratamiento y disposición de las aguas residuales, la oferta futura también es nula.

Actualmente, se cuenta con un sistema de alcantarillado combinado construido por las calles Rio Blanco, Rio Chambo, Rio Paute, Rio Putumayo, Rio Malacatos, Rio Baloya las mismas que pertenecen al Sector Miranda Alto, estas redes de alcantarillado se construyeron en el 2004 por la EPMAPS, la red principal de descarga es en la calle Rio Napo (calle principal y acceso al Barrio Miranda Alto).

Figura 15
Barrio Miranda Alto dividido por sectores que cuentan con servicio de alcantarillado



Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

2.4.4 Análisis del Déficit o Demanda Insatisfecha (Oferta-Demanda)

La demanda insatisfecha constituye la diferencia de la población a futuro que no se encuentre atendida menos la oferta futura de un Sistema de Alcantarillado Combinado de calidad, en este caso sigue constituyendo el total de la población demandante efectiva del Barrio Miranda Alto, que para el año 2045 es de 11914 habitantes :

AÑOS	OFERTA	DEMANDA	DEFICIT
2015	0	4.740	- 4.740
2016	0	4.888	- 4.888
2017	0	5.040	- 5.040
2018	0	5.198	- 5.198
2019	0	5.360	- 5.360
2020	0	5.527	- 5.527
2021	0	5.699	- 5.699
2022	0	5.877	- 5.877
2023	0	6.061	- 6.061
2024	0	6.250	- 6.250
2025	0	6.445	- 6.445
2026	0	6.646	- 6.646
2027	0	6.853	- 6.853
2028	0	7.067	- 7.067
2029	0	7.288	- 7.288
2030	0	7.515	- 7.515
2031	0	7.749	- 7.749
2032	0	7.991	- 7.991
2033	0	8.240	- 8.240
2034	0	8.498	- 8.498
2035	0	8.763	- 8.763
2036	0	9.036	- 9.036
2037	0	9.318	- 9.318
2038	0	9.609	- 9.609
2039	0	9.909	- 9.909
2040	0	10.218	- 10.218
2041	0	10.536	- 10.536
2042	0	10.865	- 10.865
2043	0	11.204	- 11.204
2044	0	11.554	- 11.554
2045	0	11.914	- 11.914

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

2.5 Identificación / Caracterización de la Población Objetivo

2.5.1 Identificación de la Población Objetivo

El Barrio Miranda Alto tiene dos sectores definidos, Comuna Miranda Grande con densidad poblacional baja y Miranda Alto con densidad más alta en relación del anterior sector, la ampliación del sistema de alcantarillado combinado cubrirá al 100% de la población demandante efectiva del barrio.

A continuación se muestra la estimación de la población objetiva para quienes se diseñó la ampliación del sistema de alcantarillado combinado:

AÑO	Nro. HABITANTES
2015	4.740
2016	4.888
2017	5.040
2018	5.198
2019	5.360
2020	5.527
2021	5.699
2022	5.877
2023	6.061
2024	6.250
2025	6.445
2026	6.646
2027	6.853
2028	7.067
2029	7.288
2030	7.515
2031	7.749
2032	7.991
2033	8.240
2034	8.498
2035	8.763
2036	9.036
2037	9.318
2038	9.609
2039	9.909
2040	10.218
2041	10.536
2042	10.865

AÑO	Nro. HABITANTES
2043	11.204
2044	11.554
2045	11.914

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

2.5.2 Caracterización de la Población Objetivo

El proyecto estará formado por una sola red debido sobre todo a la topografía del sector, por lo que la población beneficiada se calcula a partir de la siguiente tabla:

Tabla 9 <i>Población Beneficiada con el Proyecto al 2045</i>							
Zona	Barrio	Sectores	Red	Área de Proyecto (Ha)	Población beneficiada (%)	Población beneficiada (hab)	Densidad Poblacional (hab/Ha)
Zona Sub-Urbana	Miranda Alto	Comuna Miranda Grande, Miranda Alto	I, II	88.40	100%	11914	135

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

Se detalla algunas de las características más relevantes de la población objetivo en relación al proyecto a ejecutarse:

- En sitios donde se realizan las descargas es más probable que se presenten enfermedades epidemiológicas en los moradores.
- Enfermedades tipo Gastro-Intestinales debido a la insalubridad, ya que la forma de descargar las aguas servidas no es la adecuada.
- Vías con trazado vial no definido y sin ningún tipo de capa de rodadura (Es decir en estado natural tierra y vegetación).
- Descargas hacia la Quebrada con altos niveles de contaminación.
- La gran mayoría de las viviendas del sector tienen pozos sépticos construidos de manera empírica violando las normativas técnicas.

CAPÍTULO 3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 Objetivo General y Objetivos Específicos

3.1.1 Objetivo General

Ampliar el Sistema de Alcantarillado Combinado en el Barrio Miranda Alto, Parroquia de Amaguaña que cumplan con las especificaciones técnicas y permita disminuir los problemas de insalubridad en un periodo de 12 meses.

3.1.2 Objetivos Específicos

- Colectores terciarios, colocados debajo de las veredas a las cuales se conectan las acometidas domiciliarias.
- Colectores Primarios y Secundarios terminados, conduciendo aguas servidas que están situados y enterrados en las vías públicas.
- Pozos de Inspección terminados que permiten el acceso a los colectores para facilitar su mantenimiento.
- Sumideros construidos, recogiendo aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes y eliminando a los colectores, reteniendo parte del material sólido transportado.

3.2 Indicadores de Resultado

Tabla 10 <i>Indicadores de resultado</i>			
	ACTIVIDAD	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA
Mejoramiento de condiciones de vida y de salud de los habitantes en la Parroquia Amaguaña, Barrio Miranda Alto, mediante la Ampliación del Servicio de Alcantarillado Combinado que garantice un servicio ambientalmente sustentable.	1. Colectores terciarios, colocados debajo de las veredas a las cuales se conectan las Acometidas domiciliarias.	Todas las acometidas domiciliarias construidas y colectores terciarios instalados bajo cumplimiento de la norma. (EPMAPS, 2009)	Cubicación y Planillas de avance.
	2. Colectores Primarios y Secundarios terminados, conduciendo aguas servidas que están situados y enterrados en las vías públicas.	Red de colectores primarios y secundarios terminados bajo cumplimiento de la norma. (EPMAPS, 2009)	Cubicación y Planillas de avance.

	ACTIVIDAD	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA
	3. Pozos de Inspección terminados que permiten el acceso a los colectores para facilitar su mantenimiento.	163 pozos de inspección terminados bajo cumplimiento de la norma (EMPAPS, 2009)	Cubicación y Planillas de avance.
	4. Sumideros contruidos, recogiendo aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes y eliminando a los colectores, reteniendo parte del material sólido transportado.	Totalidad de 336 sumideros terminados bajo cumplimiento de la norma. (EPMAPS, 2009)	Cubicación y Planillas de avance.

Nota. Modelo en Base a la SENPLADES, 2015
Elaborado por: Andrés Vaca

3.3 Matriz de Marco Lógico

Tabla 11
Marco Teórico

RESUMEN NARRATIVO DE OBJETIVOS	INDICADORES (Verificables Objetivamente)	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<i>OBJETIVO DE FIN O DESARROLLO</i>	<i>INDICADORES DE IMPACTO</i>		
Mejoramiento condiciones de vida y de salud de los habitantes en la Parroquia Amaguaña, Barrio Miranda, mediante la Ampliación del Servicio de Alcantarillado Combinado que garantice un servicio ambientalmente sustentable.	Mejoramiento de la calidad de Vida en un 90% con la ejecución del Proyecto Contaminación del vertientes naturales por agentes bacteriológicos no son nocivas para los seres vivos que se asientan en el Barrio Miranda	Encuestas beneficiarios, Ensayos de Calidad, Disminución de Plagas	Pago de los capitales financieros en forma atinada por parte de las autoridades competentes. Habitantes y GAD de Amaguaña interesados políticamente para solución del problema.

RESUMEN NARRATIVO DE OBJETIVOS	INDICADORES (Verificables Objetivamente)	MEDIOS DE VERIFICACION	DE SUPUESTOS
<i>PROPOSITO OBJETIVO GENERAL</i>	<i>INDICADORES DE RESULTADO</i>		
Ampliar el Sistema de Alcantarillado Combinado en el Barrio Miranda, Parroquia de Amaguaña que cumplan con las especificaciones técnicas y permita disminuir los problemas de insalubridad en un periodo de 12 meses.	Para el final de la etapa contractual, el 80% de los habitantes del Barrio Miranda cuenta con la ampliación del servicio de alcantarillado combinado, el mismo que cumple con las normas y especificaciones técnicas	Planillas Contractuales, Encuestas a beneficiarios, verificación In-Situ	Administración Zonal Los Chillos y GAD Amaguaña tiene la disposición política y se comprometen a solucionar la falta de un servicio de alcantarillado combinado
<i>COMPONENTES U OBJETIVOS ESPECIFICOS</i>	<i>INDICADORES DE PRODUCTO</i>		
1. Colectores terciarios, colocados debajo de las veredas a las cuales se conectan las Acometidas domiciliarias.	Todas las acometidas domiciliarias construidas y colectores terciarios instalados bajo cumplimiento de la norma EPMAPS en un plazo de 3 meses a partir del inicio del proyecto.	Libro de Obra, Planillas, Fotografías, Informes y Memos de Fiscalización	Disposición política y presupuestaria puntual y completa del gobierno de turno, condiciones climáticas favorables, disponibilidad de los materiales.
2. Colectores Primarios y Secundarios terminados, conduciendo aguas servidas a los colectores principales y están situados y enterrados en las vías públicas	Red de colectores primarios y secundarios terminados bajo cumplimiento de la norma (EPMAPS, 2009) en un plazo de 9 meses a partir del inicio del proyecto.	Libro de Obra, Planillas, Fotografías, Informes y Memos de Fiscalización	
3. Pozos de Inspección terminados que permiten el acceso a los colectores para facilitar su mantenimiento.	163 Pozos de inspección terminados bajo cumplimiento de la norma (EMPAPS, 2009) en un plazo de 7 meses.	Libro de Obra, Planillas, Fotografías, Informes y Memos de Fiscalización	

RESUMEN NARRATIVO DE OBJETIVOS	INDICADORES (Verificables Objetivamente)	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
4. Sumideros construidos, recogiendo aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes y eliminando a los colectores, reteniendo parte del material sólido transportado.	Totalidad de 336 sumideros y cunetas terminadas bajo cumplimiento de la norma (EPMAPS, 2009). Estas se construirán una vez que se coloque la capa de rodadura en las vías en un plazo de 3 meses.	Libro de Obra, Planillas, Fotografías, Informes y Memos de Fiscalización	
ACTIVIDADES			
1. Colectores terciarios construidos, colocados debajo de las veredas a las cuales se conectan las Acometidas domiciliarias.			
1.1 CA05 CONEXIONES DOMICILIARIAS	\$ 50.698,81	Cronograma de ejecución, planillas, verificación in situ, libros de obra, informes de fiscalización.	Los moradores del barrio se muestran colaboradores para con los trabajos que realizan las cuadrillas de trabajos.
2. Colectores Primarios y Secundarios terminados, conduciendo aguas servidas a los colectores principales y están situados y enterrados en las vías públicas			
2.1 CA01 MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$148.047,39	Cronograma de ejecución, planillas, verificación in situ, libros de obra, informes de fiscalización.	El Barrio Miranda Alto participa activamente y colabora con la ejecución del proyecto.
2.2 CA02 TUBERIAS	\$403.036,59		
3. Pozos de Inspección terminados que permiten el acceso a los colectores para facilitar su mantenimiento.			
3.1 CA03 POZOS DE REVISIÓN TIPO B1	\$104.224,72	Cronograma de ejecución, planillas, verificación in situ, libros de obra, informes de fiscalización.	Los recursos económicos llegan a tiempo así como pago de planillas, el clima es ideal para realizar los trabajos.
3.2 CA04 POZO TIPO PARA SALTOS B2	\$113.322,00		

RESUMEN NARRATIVO DE OBJETIVOS	INDICADORES (Verificables Objetivamente)	MEDIOS DE VERIFICACION	DE SUPUESTOS
4. Sumideros construidos, recogiendo aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes y eliminando a los colectores, reteniendo parte del material sólido transportado.			
4.1 TRABAJOS VARIOS	CA07 \$62.276,50	Cronograma de ejecución, planillas, verificación in situ, libros de obra, informes de fiscalización.	Moradores colaboran y se muestran activos con la ejecución del proyecto.
Nota. Modelo en Base a la SENPLADES, 2015 Elaborado por: Andrés Vaca			

CAPÍTULO 4. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD

4.1 Viabilidad Técnica

La Ampliación del Sistema del Alcantarillado Combinado deberá seguir un proceso de conceptualización, diseño e implementación de acuerdo a las Normas de Diseño de Alcantarillado (EPMAPS, 2009), lo que permite que al diseñar el proyecto se tomen las decisiones técnicamente más adecuadas, los estudios mínimos con los que se debe contar para el diseño son:

- Topografía del área de influencia del proyecto.
- Catastro detallado del área de influencia del proyecto.
- Información Hidrológica.
- Información Hidráulica.
- Información Geológica.

Los mismos que permitirán la elección de alternativa más adecuada técnica, económica, financiera y ambiental.

4.1.1 Estudio de Topografía

Para la Ampliación del Sistema de Alcantarillado Combinado se realizó el levantamiento topográfico a lo largo de las vías donde se ubicarán las redes de alcantarillado, en toda el área de influencia del proyecto, que comprende 88.40 Ha.

Para geo-referenciar dicho levantamiento y enlazarlo al sistema de coordenadas TMQ WGS 84 con las que trabaja el Municipio de Quito se utilizó dos puntos de referencia colocados In-Situ.

Estas referencias se encuentran materializadas, mediante un GPS de Alta Precisión se lo coloca en un punto inamovible por ejemplo un pozo existente.

Se tomaron cinco referencias, el punto de control BM1 se encuentra localizado en la intersección de la calle Napo y calle Rio Blanco, BM2, BM3, BM4 se encuentra localizada en la calle Pilaton y el BM5 en la Quebrada Santa Isabel, ingreso por la calle Rio Chambo.

Tabla 12

Puntos de Control

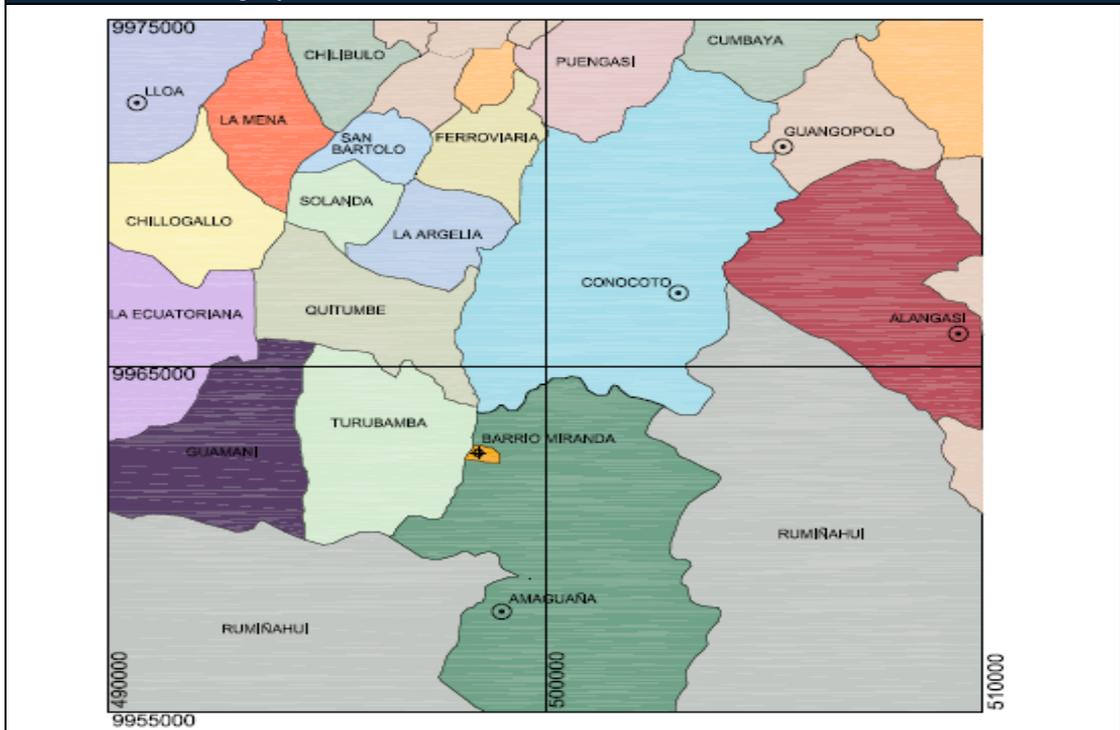
Descripción	Coordenadas TMQ		Altura(msnm)
	Este (m)	Norte (m)	
BM1	500096.45	9963584.82	2623.28
BM2	499696,06	9963719,63	2683.77
BM3	499635.58	9963335.81	2698.39
BM4	499618.78	9963137.88	2701.44
BM5	500156.96	9963223.87	2608.61

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

Figura 16

Ubicación Cartográfica del Barrio Miranda Alto



Nota. Mapa Político del Distrito Metropolitano de Quito, 2010

Elaborado por: Andrés Vaca

Tabla 13

Puntos GPS In situ

Nombre	Coordenadas UTM		Coordenadas TMQ		Altura (msnm)
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
P.I1	778735.52	9963548.68	500463.73	9963552.45	2607
P.I2	778594.36	9963271.20	500322.66	9963274.97	2617

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

Figura 17
Ubicación Punto GPS P.I 2 (Calle Rio Malacatos)



Nota. Fotografía
Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.1.1 Trabajos de Campo

En Barrio Miranda Alto, se realizó un levantamiento topográfico en el sector Comuna de Miranda Grande, que no posee la red de alcantarillado combinado y un catastro al sistema existente de evacuación de aguas residuales y pluviales en el sector Miranda Alto el mismo que descarga sus caudales recolectados a una red principal existente en la calle Rio Napo.

Figura 18
Barrio Miranda Alto sectorizado por sistema de alcantarillado existente



Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

Sector que posee un Sistema de Alcantarillado Combinado, que constituye la red de alcantarillado I, con una extensión de 28.20 Ha de áreas aportantes y un levantamiento total de vías de 3,34 km.

Sector que no posee un Sistema de Alcantarillado Combinado, que constituirá la nueva red de alcantarillado, con una extensión de 60.20 Ha de áreas aportantes y un levantamiento total de vías de 6,79 km.

Los puntos de referencia fueron debidamente marcados a fin de poder ubicarlos de manera adecuada con la ayuda de triangulaciones. El abscisado del terreno fue fijado con ayuda de estacas y clavos.

Figura 19

Catastro de Pozo Pex43, entre las Calles Rio Bermejo y Rio Chambo



Nota. Fotografía
Elaborado por: Andrés Vaca

Figura 20

Colocación de referencias para triangulaciones Pz2 (Calle Río Blanco)



Nota. Fotografía

Elaborado por: Andrés Vaca

Para la realización del levantamiento topográfico se utilizó, Estación Total Trimble M3 con memoria interna y sus respectivos accesorios: trípode, dos bastones con prisma y tarjeta, baterías y cables para la transferencia de la información, el software utilizado para el procesamiento de datos fue CivilCAD 2013, Microsoft Excel y los respectivos programas de las estaciones para transferencia de datos, además para realizar los perfiles del terreno se tomó puntos por el eje de las vías y puntos cada 80 m, sitios probables de implantación de los pozos de inspección.

Figura 21

Estación Total Trimble M3

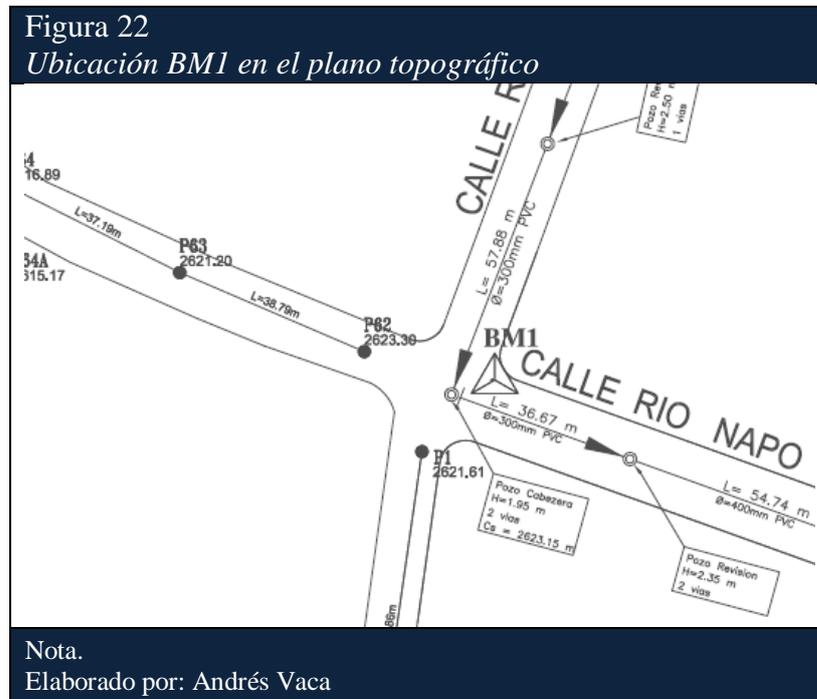


Nota. User Guide Trimble M3 DR Series Total Station, 2010

Elaborado por: Trimble

4.1.1.2 Trabajos de Oficina

Los puntos tomados en campo se guardan internamente en la memoria de la estación total, los mismos que se descargan en un hoja de Excel, para luego ser procesados en CivilCAD 3D 2013, el plano topográfico se elaboró de acuerdo al catastro elaborado por la Administración Zonal Los Chillos y la EPMAPS.



Se realizó la interpolación con el software CivilCAD 2013, asimismo para curvas de nivel de las quebradas adyacentes al proyecto se empleó la topografía del levantamiento de las Quebradas realizado por la EPMAPS.

La información procesada se encuentra figurada en un plano AutoCAD 3D en formato A1, en el anexo 3 (plano topográfico).

4.1.2 Estudio Geotécnico

El siguiente estudio, tiene como propósito el de determinar la naturaleza del subsuelo y sus características por medio de la descripción geológica del sitio, de la clasificación manual-visual de los suelos y de la determinación de sus parámetros de resistencia que permiten, la realización de conclusiones y recomendaciones, con respecto al tipo de cimentación, entibado de paredes por excavaciones, profundidad de desplante, capacidad de carga admisible del suelo y asentamientos instantáneos de las cimentaciones.

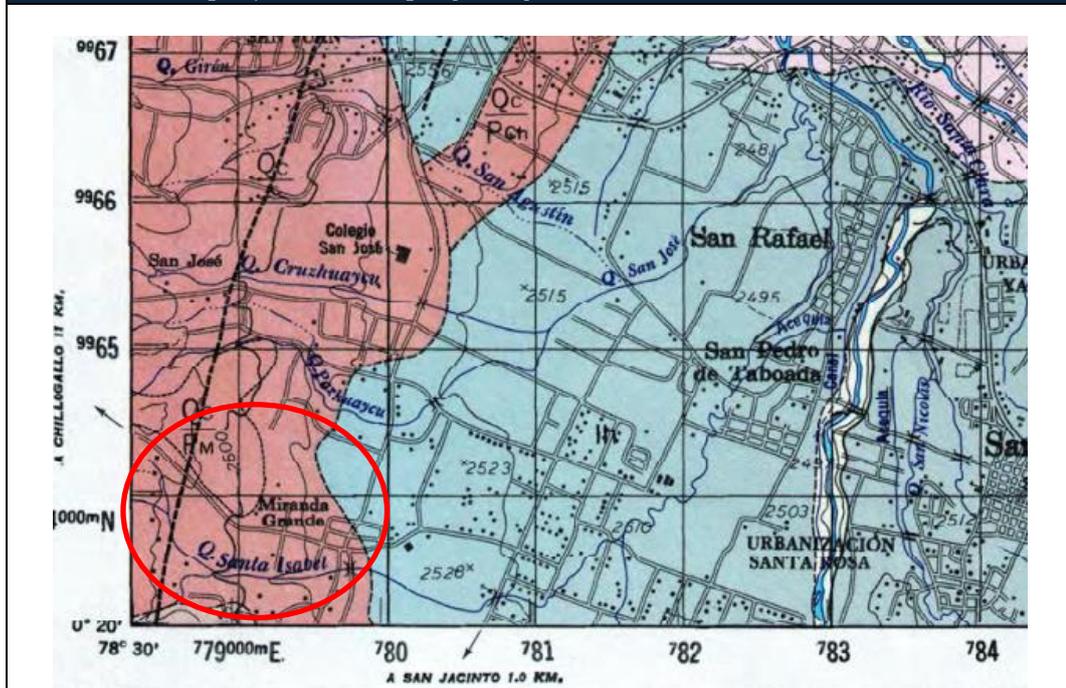
4.1.2.1 Geología

En el sitio se tienen suelos Vulcano-sedimentos de la formación Machángara, y sedimentos de la formación Chichi.

Todas las rocas aflorantes son plio-cuaternarias, un sesenta por ciento del mapa (parte de la ciudad de Quito y Valle de los Chillos que se extiende al este), está cubierto por Cangagua (ceniza).

A veces la Geomorfología del terreno pre-Cangagua está preservada, y en ciertos casos es posible fijar un contacto cubierto debajo de la Cangagua. En base a la Carta Geológica del Ecuador, Hoja 84-SW Sangolquí, Escala 1:50.000

Figura 23
Ubicación del proyecto en mapa geológico



Nota. Carta Geológica de Sangolquí 84 - SW, 1980

Elaborado por: Instituto nacional de investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM)

Formaciones Geológicas

El territorio parroquial, presenta la formación geológica Cangagua (Cuaternario) “depósito de toba y ceniza y con una litología constante sobre todo el terreno”.

Cangagua (QC): es un depósito piro clástico cuaternario, de varios metros de espesor que cubre en forma de mantos la topografía preexistente.

Se presenta en toda la parroquia pero es más gruesa sobre los puntos bajos. Consiste principalmente de ceniza (ce) compacta café obscura, pero hay bandas finas de lapilli

de pómez (pz). Este lapilli incrementa su tamaño de grano al SSE, el Cotopaxi fue probablemente la fuente.

Al oeste del Illiniza, se presenta depósitos piroclásticos poco consolidados hasta 60 m. de espesor con lapilli de pómez e su parte superior. Puede haberse originado del Illiniza así como del Cotopaxi. Esta formación geológica rodea el área de influencia del proyecto.

Tabla 14
Formaciones geológicas Parroquia de Amaguaña

FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE KM ²	%
Cangagua	(Ceniza, lapilli de pómez)	20,3709	32,79
Cangagua	(Depósito lagunas de ceniza)	0,8777	1,41
Andesita, piroclastos;	cangagua sobre depósitos coluviales; sobre sedimentos Machángara; Deposito aluvial, coluvial, depósitos lahárticos; terrazas indiferenciadas	40,8674	65,79
TOTAL		62.12	100,00

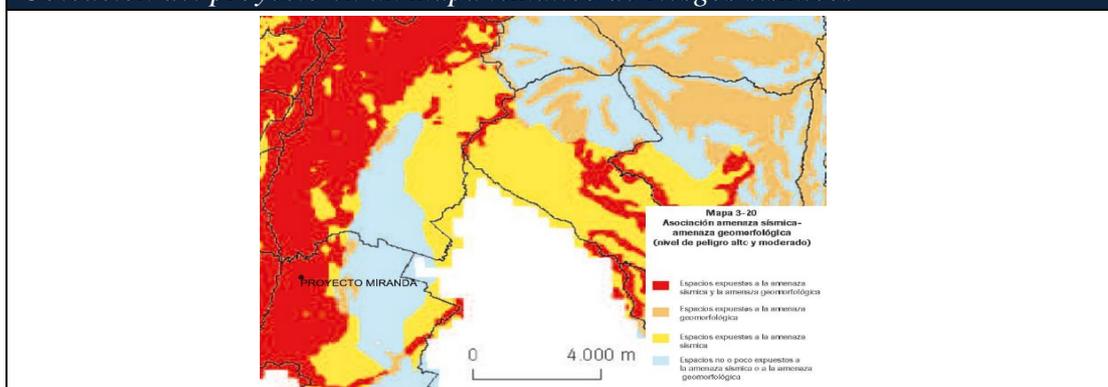
Nota. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña, 2012, P. 71
Elaborado por: ETP-GADPP

4.1.2.2 Información Sísmica

La amenaza sísmica es la probabilidad de que en una región determinada ocurran vibraciones sísmicas con un cierto nivel de aceleración con respecto a la fuerza de gravedad, en un período preestablecido.

En base al Mapas temáticos Secretaria de Territorio Hábitat y Vivienda del DMQ tiene una peligrosidad sísmica alta. Todo este sector geológicamente corresponde a la zona del arco volcánico.

Figura 24
Ubicación del proyecto en un mapa temático de riesgos sísmicos



Nota. Mapas Temáticos, 2012
Elaborado por: Secretaria de Territorio Hábitat y Vivienda del DMQ

Según el Código Ecuatoriano de la Construcción, la parroquia Amaguaña se encuentra en la zona sísmica 4, correspondiéndole una aceleración $Z=0,4$ (esto corresponde a un porcentaje de la aceleración de la gravedad).

Habiendo determinado el tipo de suelo y los materiales encontrados se encasillan en el SUCS como ML - CL que corresponde a Limo y arcilla de baja compresibilidad y GP que corresponden a Grava areno limosa de baja compresibilidad, en el CEC corresponde a un perfil tipo S1 (rocas y suelos endurecidos cangagua) por ende el sector tiene un periodo fundamental de vibración menor a 0,20 seg.

Como muestran los datos registrados por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional el sismo más alto registrado en la parroquia Amaguaña en los últimos 10 años tiene una magnitud de 7.3 en la escala de Richter,

4.1.2.3 Tectónica

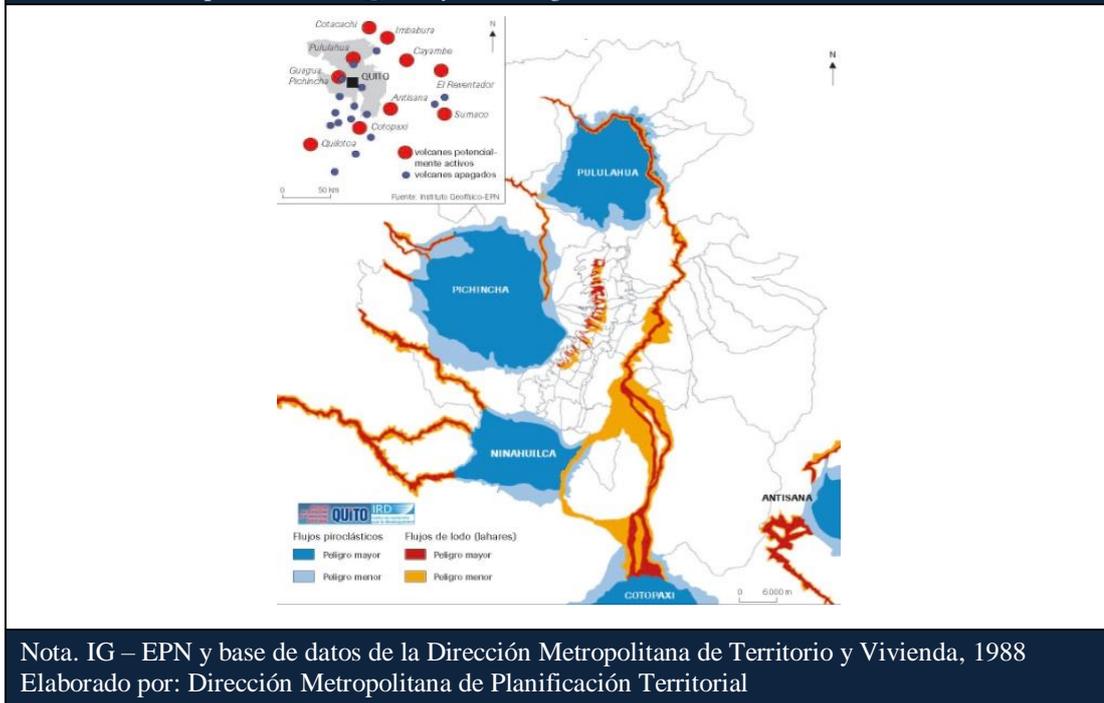
El área está afectada por muchas fallas, las estructuras más importantes son: una zona de fallas alineadas de N-S al oeste de los volcanes Atacazo y Guagua Pichincha; al Este un lineamiento similar marca el límite oriental del complejo básico de Saloya; al Oeste hay otras fallas grandes con rumbos N-E, NE-SW y NW-SE y es posible que la falla de Mindo (NE-SW) tuvo un movimiento más joven que la falla del Rio Saloya (N-S), la cual quizás es la continuación de la falla grande del Rio Toachi.

Al lado Oriental de la hoja hay una zona de fallas cubiertas por depósitos cuaternarios; la mayoría tienen rumbo NNE, hundidas al Este y probablemente han controlado la formación del lado occidental del Valle Interandino al Este de Quito; es posible que hoy en día, algunas de estas fallas sean débilmente activas e inestables, debido a lo cual existe una ligera posibilidad de riesgos civiles en la zona.

En la formación Silante un gran eje sinclinal, de rumbo Norte-Sur, es la continuación del que se observa en la carretera Aloag-Santo Domingo, con bisagra en forma de V y flancos rectos, que indican que la deformación era frágil, Al Oeste de Nono la Formación Yunguilla está muy plegada, la diferencia de la estructura en las dos formaciones se atribuye a la desigualdad en competencia.

Conformado por un conjunto de volcanes activos: Imbabura, Cotopaxi, Pululahua, Pichincha y Ninahuilca.

Figura 25
Distrito Metropolitano de Quito y su riesgo volcánico



Nota. IG – EPN y base de datos de la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda, 1988
 Elaborado por: Dirección Metropolitana de Planificación Territorial

4.1.2.4 Riesgo Volcánico

El Volcanismo y fallamiento reiniciaron su actividad en el Cuaternario (o posiblemente en el Plioceno) y continuaron en el presente.

En la actualidad los volcanes más cercanos a la parroquia y que representan riesgo por su actividad volcánica son:

Volcán Pichincha:

El volcán Guagua Pichincha se encuentra ubicado a 12 km al oeste de la ciudad de Quito, en la Cordillera Occidental de los Andes Ecuatorianos, posee una elevación de 4784 m y la última erupción fue en el año 2001. (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2010).

Volcán Ninahuilca:

El Atacazo-Ninahuilca es un volcán poco conocido por la ciudadanía, es bastante antiguo y puede ser visto claramente desde el sur de Quito. Posee una altura máxima de 4455 m y su última erupción fue hace aproximadamente 2300 años. (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2010).

Volcán Cotopaxi:

El Cotopaxi se encuentra sobre la Cordillera Oriental (Real), a una distancia de 35 km al Noreste de Latacunga y de 45 km al Sureste de Quito. El Cotopaxi es considerado uno de los volcanes más peligrosos del mundo debido a la frecuencia de sus erupciones, su estilo eruptivo, su relieve, su cobertura glaciaria y por la cantidad de poblaciones potencialmente expuestas a sus amenazas, posee una altura de 5897 m y la última erupción fue en el 2015. (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2010).

4.1.2.5 Estudio de mecánica de Suelos

Con el fin de proporcionar seguridad y economía en la ejecución de la Ampliación del Sistema de Alcantarillado combinado del Barrio Miranda Alto - Parroquia Amaguaña, el análisis y estudio del suelo tiene como objetivo conocer las características físico - mecánicas del subsuelo del terreno donde se va a construir la ampliación del mencionado sistema.

El alcance del estudio está limitado a determinar los parámetros de mecánica de suelos, necesarios para el diseño estructural de la cimentación para las obras que conforman el alcantarillado, estableciendo en forma general lo siguiente:

1. Clasificación del suelo SUCS.
2. Determinación de la cohesión y ángulo de fricción interna.
3. Contenido de humedad y Densidad seca máxima
4. Módulo de Elasticidad
5. Capacidad portante del terreno; expresada como el máximo esfuerzo de trabajo admisible por el suelo.
6. Recomendaciones para fases de construcción y diseño de las obras que comprenden el Proyecto.

Con el propósito de determinar las características del suelo, se realizó ensayos SPT, Proctor Modificado, en los siguientes puntos ubicados en el proyecto:

Tabla 15

Ubicación de los Ensayos Proctor Modificado

MUESTRA	COORDENADAS		ELEVACIÓN (msnm)	DESCRIPCION
	ESTE (m)	NORTE (m)		
C1	778079,00	9963710,00	2650,00	RED II
C2	778105,00	9963361,00	2644,00	RED II
C3	778337,00	9963766,00	2639,00	RED I
T1	778129,00	9963076,00	2636,00	RED II
T2	778458,00	9963219,00	2608,00	RED II

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

Tabla 16

Ubicación de los Ensayos SPT

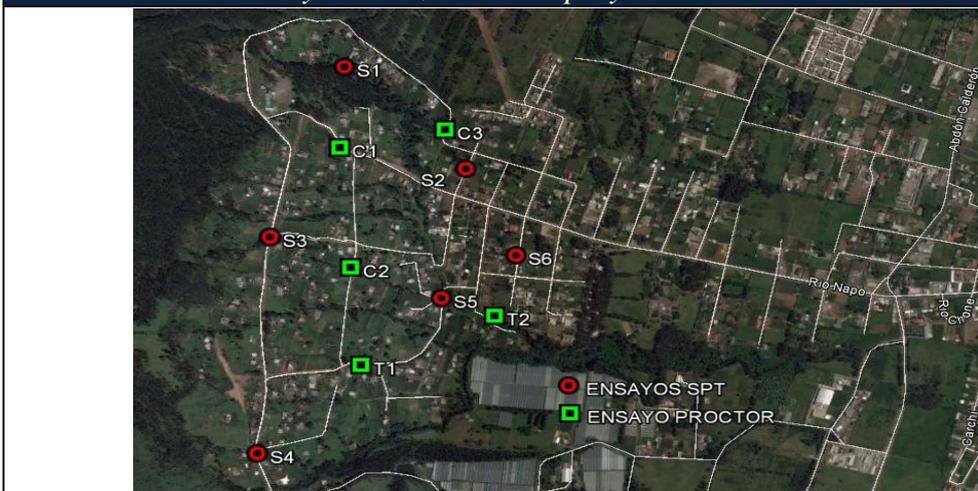
MUESTRA	COORDENADAS		ELEVACIÓN (msnm)	DESCRIPCION
	ESTE (m)	NORTE (m)		
S1	778093,00	9963943,00	2676,00	RED I
S2	778388,00	9963652,00	2636,00	RED II
S3	777920,00	9963447,00	2689,00	RED II
S4	777890,00	9962828,00	2700,00	RED II
S5	778325,00	9963271,00	2610,00	RED II
S6	778513,00	9963398,00	2607,00	RED II

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

Figura 26

Ubicación de los ensayos realizados en el proyecto



Nota. Google Earth, 2016

Elaborado por: Andrés Vaca

El alcance del estudio está limitado a determinar los parámetros de mecánica de suelos, necesarios para el diseño estructural de la cimentación para las obras que conforman el alcantarillado, estableciendo en forma general lo siguiente:

a.) Clasificación SUCS

Esta clasificación del suelo se obtuvo en base al ensayo SPT, y estos se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 17 <i>Clasificación SUCS en base a ensayos SPT</i>		
ENSAYO SPT	CLASIFICACIÓN SUCS	DESCRIPCIÓN
S1	CL - ML	Arcilla limosa de color café, gris y amarillento; de mediano, contenido de humedad, Materiales de baja a mediana resistencia
S2	SM	Limo y arcilla de alta plasticidad, de alta compresibilidad
S3	SM - SP	Limo y arcilla de alta plasticidad, muy compresibles. Materiales de alta contenido de humedad, saturados; suelo de muy baja resistencia.
S4	SM	Limo y arcilla de alta plasticidad, de alta compresibilidad
S5	SM	Limo y arcilla de alta plasticidad, de alta compresibilidad
S6	CL - ML- SM	Presencia de estratos arcillosos, color café amarillento , de bajo contenido de humedad y de buena resistencia

Nota. Ensayos SPT de la EPMAPS, 2006
Elaborado por: Andrés Vaca

b.) Cohesión y Angulo de fricción

La determinación de la cohesión se ha tomado de las investigaciones de Terzaghi y Peck relacionándolas con el número de golpes del SPT, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 18 <i>Cohesión en base a ensayo SPT</i>		
Numero de Golpes (SPT)	Consistencia	Cohesión (suelos finos o cohesivos) [Kg/cm ²]
0 - 1	Muy Blanda	0 - 0,25
2 - 4	Blanda	0,25 - 0,50
5- 8	Firme	0,50 - 1,00
9 - 15	Consistente	1,00 - 1,50
16 - 30	Muy Consistente	1,50 - 2,00
más de 30	Dura	2,00 o más

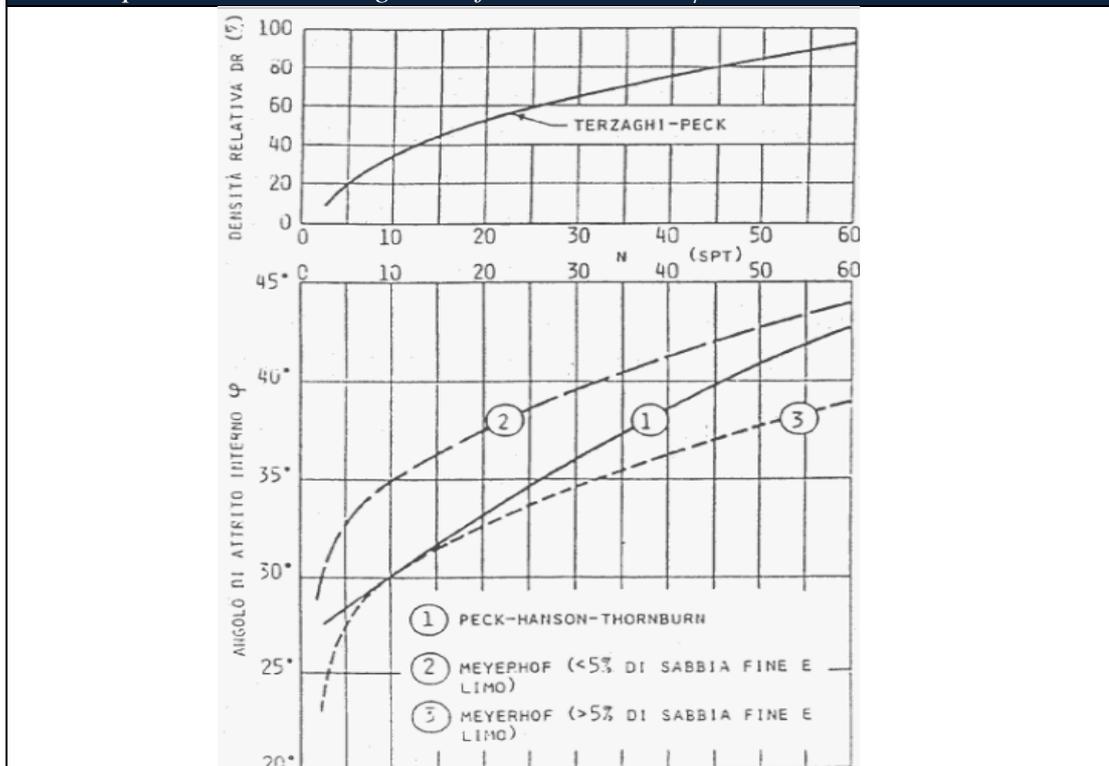
Nota. Mecánica de suelos y cimentaciones (B. sowers F. sowers, Limusa-Wiley S.A, 1972)
Elaborado por: Andrés Vaca

En base a la tabla anterior y analizando los ensayos SPT, se tiene que el número de golpes promedio es de $N = 16$, y por ser un suelo cohesivo en base a la clasificación SUCS del suelo, se tiene que la cohesión aproximada del suelo es de $C = 15,00$ T/m².

La determinación de ϕ (ángulo de fricción interna) para suelos cohesivos a partir del SPT, se los puede determinar a partir de los ábacos propuestos por Meyerhof y Peck, ya que son las de mayor uso a nivel mundial por su cercanía a los resultados. (Devincenzi M y Frank N, 2004, pág. 18)

Figura 27

Ábacos para determinar ángulo de fricción interna ϕ



Nota. Ensayos Geotécnicos In Situ (M. Devincenzi y N. Frank, Figueres Girona, 2004)
Elaborado por: Terzaghi - Peck

De las curvas de Meyerhof - Peck, se puede expresar en forma de ecuación como se muestra a continuación:

Ecuación 3. Ángulo de fricción interna del suelo por Meyerhof - Peck

$$\phi = 27.1 + 0.30 N - 0.00054 N^2$$

$$\phi = 27.1 + 0.30 (16) - 0.00054 (16)^2$$

$$\phi = 32^\circ$$

c.) Contenido de humedad y Densidad seca máxima

La determinación del contenido de humedad y densidad seca máxima se determinó en base a los ensayos de compactación proctor:

Tabla 19					
<i>Ensayos Compactación Proctor</i>					
Muestra	C1	C2	C3	T1	T2
Humedad Óptima (%)	25	22	26.5	24.5	28.5
Densidad Seca Max (Ton/m ³)	1.46	1.58	1.51	1.59	1.43

Nota. Ensayos Compactación Proctor de la EPMAPS, 2006
Elaborado por: Andrés Vaca

La humedad óptima y densidad seca máxima, es un promedio de los resultados de los 5 ensayos realizados:

$$\text{Humedad Óptima (\%)} = 25.30$$

$$\text{Densidad Seca Máxima (Ton/m}^3\text{)} = 1.51$$

d.) Modulo de elasticidad

El módulo de elasticidad del suelo, también se conoce como módulo del suelo o el módulo de Young, es una característica del suelo que mide cuánto se puede estirar o exprimir y se debe tomar en cuenta, sobre todo en proyectos de construcción.

El módulo de la elasticidad se obtuvo en base a **N=16** que es el número promedio de golpes de los ensayos S.P.T, y la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Ecuación empírica para determinar el módulo de elasticidad Bowles

$$E_s = 300 \cdot (N + 6) \quad [kPA]$$

$$E_s = 300 \cdot (16 + 6) \quad [kPA]$$

$$E_s = 6600 \quad [kPA]$$

e.) Capacidad Portante

La capacidad portante es la capacidad que posee el terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él.

Se calculó de la capacidad portante admisible del suelo (q_{adm}), utilizando la fórmula modificada de Meyerhof, y $N=16$ que es el número promedio de golpes de los ensayos S.P.T.

Ecuación 5. Ecuación capacidad portante admisible Meyerhof

$$q_{adm} = \frac{N}{10} \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$q_{adm} = \frac{16}{10}$$

$$q_{adm} = 1,6 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$\therefore q_{adm} = 16 \left[\frac{T}{m^2} \right]$$

f.) Recomendaciones para fases de construcción y diseño

La capacidad portante del suelo de 16 Ton/m²; como máximo esfuerzo de trabajo, en el contacto del suelo natural con la estructura de hormigón; valor a usarse en el cálculo estructural de la cimentación bajo la sollicitación de cargas verticales netas sin mayoración.

Se recomienda un mejoramiento del suelo existente, mediante el uso de geomallas, para iniciar un relleno estructural en el cual se apoye la cimentación de las estructuras que contemplen el proyecto.

El material superficial, es muy susceptible a erosión, sea por efecto de viento o por flujo no controlado de agua. Se recomienda realizar un sistema de subdrenaje, que permita el establecer un flujo controlado del agua y facilitar el flujo lateral de agua sin afectar a las estructuras; ya que el suelo natural presenta una muy baja permeabilidad.

Los materiales encontrados son de fácil excavación; Se requiere entibamiento y protección de los taludes para la excavación de las zanjas a realizar para el alcantarillado, con la posible presencia de agua como flujo lateral de bajo caudal.

Se recomienda que las plataformas y subrasante tengan las inclinaciones correspondientes que faciliten el flujo de agua, los materiales son susceptibles a perder resistencia al ser saturados.

En la fase de construcción debe realizar un estricto control de calidad en el mejoramiento del suelo, verificando su resistencia.

Realizada la excavación y previo a iniciar las obras, se debe verificar en todos y cada uno de los sitios a cimentar las obras, que la resistencia del material sea la requerida en el diseño estructural. Caso de existir sectores que no cumplan con la resistencia se debe corregir la geometría de la cimentación para garantizar la estabilidad de la estructura.

4.1.3 Información Hidrológica

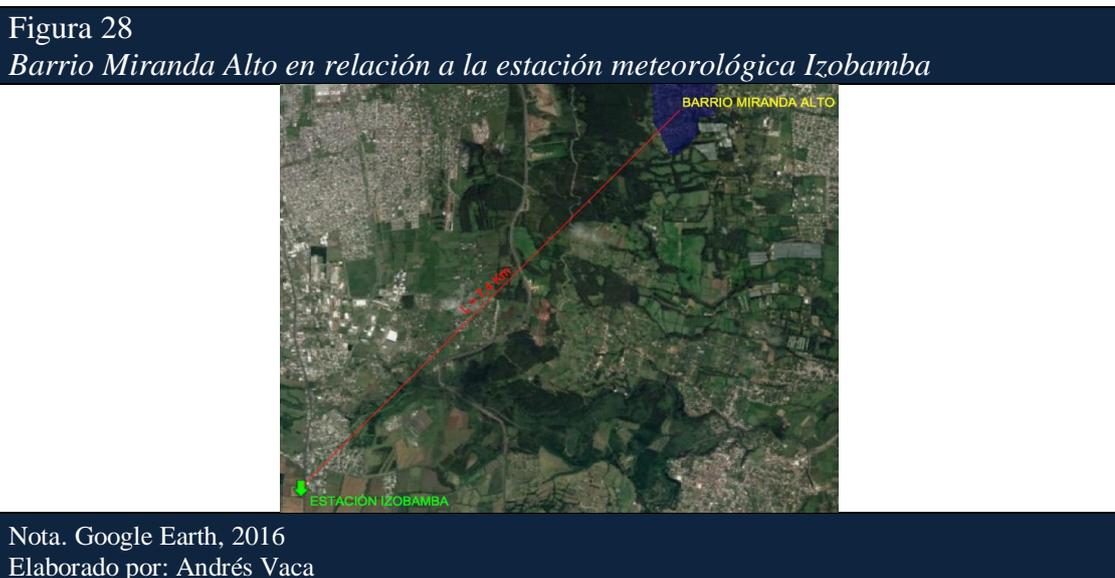
En la información hidrológica se asociaran con fenómenos como la escorrentía superficial a fin de determinar los parámetros hidrológicos-hidráulicos necesarios para el diseño de las obras recolección y evacuación de aguas servidas.

Como información básica se emplearon los anuarios del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

4.1.3.1 Parámetros Meteorológicos

Cerca del proyecto se encuentra con la estación meteorológica del INAMHI IZOBAMBA (M003) a 7,4 km aproximadamente, la misma que brinda información importante del sitio de estudio, sus coordenadas son E: 772510.00, N: 9959078.00, 2480 msnm.

Uno de los parámetros principales es las precipitaciones, las mismas que se estimaron desde el año 2002 al 2011.

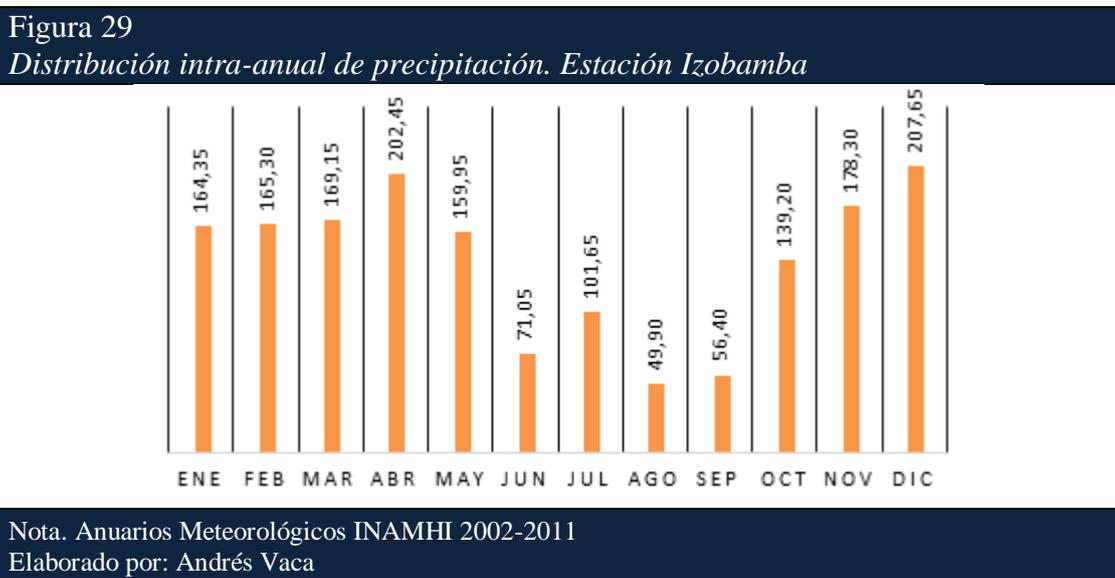


A continuación se tabularan las precipitaciones mensuales, por cada año para determinar una precipitación media mensual, la misma que se plasmara en un grafica de barras que servirán para futuros análisis.

Tabla 20
Valores pluviométricos mensuales en la Estación Izobamba-Pichincha [mm]

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL	MAX24
2002	94,00	93,40	201,40	248,00	132,70	69,70	26,50	11,80	22,90	129,60	185,00	243,60	1458,60	47,80
2003	144,70	104,40	111,50	183,70	118,00	117,80	7,90	32,20	101,30	153,20	200,10	110,50	1385,30	50,30
2004	58,90	66,10	74,80	150,40	147,40	24,30	28,60	3,10	98,70	136,30	152,70	187,70	1129,00	71,40
2005	33,30	201,40	210,20	115,70	100,10	66,80	50,60	53,90	84,10	83,70	105,80	159,40	1265,00	37,90
2006	93,30	188,80	167,50	262,00	76,30	92,20	13,10	23,60	51,60	76,50	245,90	174,60	1465,40	31,90
2007	171,30	55,10	229,90	264,30	243,60	59,70	62,60	34,80	16,40	201,90	326,20	117,80	1783,60	42,70
2008	246,60	275,50	263,50	257,00	216,40	111,50	28,50	96,70	103,10	199,50	108,00	126,00	2032,30	42,60
2009	295,40	186,60	262,40	189,90	102,80	48,20	7,10	29,00	9,70	86,40	88,80	209,90	1516,20	84,50
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL	MAX24
2010	45,60	103,70	114,20	289,20	149,20	100,40	196,20	52,50	79,50	89,70	249,40	304,80	1774,40	45,00
2011	138,30	193,30	143,70	262,40	92,80	61,40	69,40	76,70	56,90	197,60	30,40	164,90	1487,80	42,40
PREC (mm)	MIN	33,30	55,10	74,80	115,70	24,30	7,10	3,10	9,70	76,50	30,40	110,50		
	MEDIA	164,35	165,30	169,15	202,45	159,95	71,05	101,65	49,90	56,40	139,20	178,30	207,65	
	MAX	295,40	275,50	263,50	289,20	243,60	117,80	196,20	96,70	103,10	201,90	326,20	304,80	

Nota. Anuarios Meteorológicos INAMHI 2002-2011
Elaborado por: Andrés Vaca



En el gráfico se analiza que las precipitaciones medias desde el año 2002 al 2011, en el mes de enero a mayo se mantienen fluctuando alto en valores mayores de 150 mm, teniendo un pico de 202,45 mm en el mes de abril, y desde el mes de junio a septiembre los valores se mantienen fluctuando bajo en valores menores de 100 mm, teniendo el pico más bajo en el mes de Agosto con 49,90 mm, finalmente desde el mes de octubre a diciembre, el mayor pico se da en el mes de diciembre con 207,65 mm por lo que el mes con mayor precipitación media es el mes de diciembre el mismo que servirá para futuros cálculos.

4.1.3.2 *Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia*

Para el diseño de drenaje urbano, se debe determinar la precipitación de diseño, esto se lo hace en base a la relación entre los parámetros: intensidad de lluvia, duración y la frecuencia (IDF) o periodos de retorno adecuados para el proyecto. (Chow Ven Te, 1994, pág. 465)

Por lo cual se recurre al análisis de lluvias intensas del INAMHI, el cual considera la duración de la lluvia de 5, 10, 30, 60, 120 y 360 minutos, para la cual es aplicable la ecuación I-D-F para la estación correspondiente en la zona de estudio. (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EPMAPS, 2009, p. 72).

Para el tiempo de retorno se utilizara la siguiente tabla que clasifica el tipo de obra con su tiempo de retorno correspondiente, ya que este proyecto se dimensionara diferentes tipos de estructuras, la estación más cercana al punto de estudio, es la estación Izobamba (7,4 Km) y la siguiente es la ecuación I-D-F correspondiente:

Tabla 21 <i>Relación tipo de obra y su tiempo de retorno</i>	
TIPO DE OBRA	Tr
Redes a nivel rural	2
Redes secundarias	10
Redes principales	15
Colectoras e interceptores	25
Estructuras Especiales	50

Nota. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009
Elaborado por: Andrés Vaca

Ecuación 6. Intensidad Máxima Estación Izobamba

$$I_{TR} = \frac{74,7140 * T^{0,0888} * [\ln(t + 3)]^{3,8202} * (\ln T)^{0,1892}}{t^{1,6079}}$$

Tabla 22

Parámetros curvas IDF

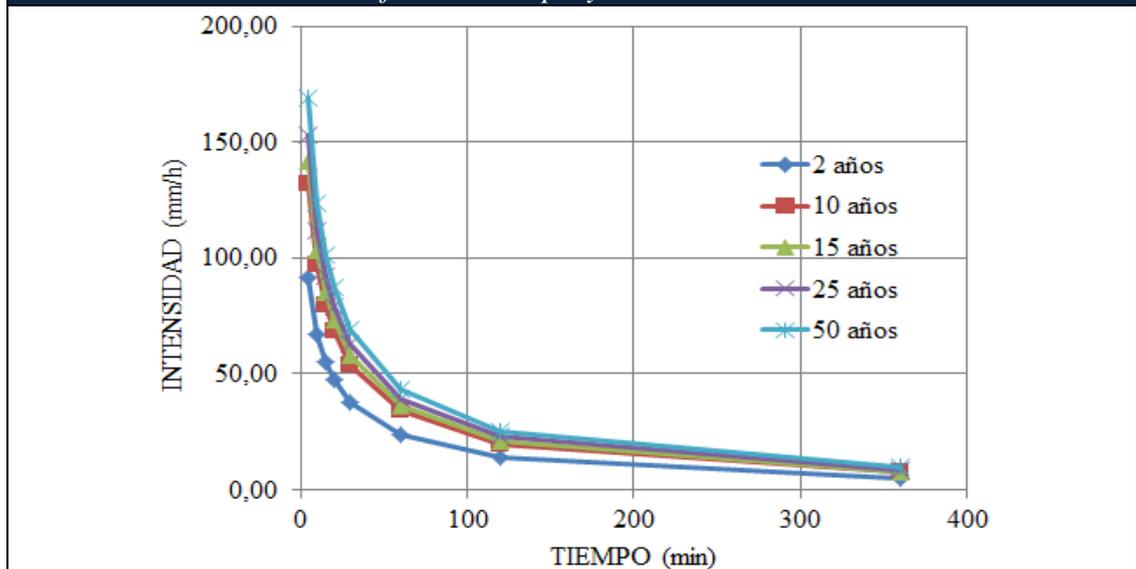
TR (años)	Tiempo de duración (min)							
	5	10	15	20	30	60	120	360
2	91,36	66,82	54,94	47,21	37,30	23,40	13,60	5,05
10	132,28	96,74	79,55	68,36	54,01	33,88	19,69	7,31
15	141,40	103,41	85,03	73,07	57,73	36,22	21,05	7,81
25	152,88	111,80	91,94	79,01	62,42	39,16	22,76	8,44
50	168,69	123,37	101,45	87,18	68,88	43,21	25,11	9,32

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

Figura 30

Curvas IDF en el área de influencia del proyecto



Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.4 Descripción general del sistema a diseñarse

Para Ampliación del Sistema de Alcantarillado se consideró un sistema de alcantarillado combinado, en donde los colectores recogerán las aguas lluvias y aguas servidas en uno solo sistema, y se pretende descargar en el sistema de alcantarillado combinado existente.

Es importante mencionar que el sistema de alcantarillado combinado existente posee una red principal de Ø750 mm de PVC que baja por la calle Napo, dato en base al catastro realizado.

Todas las redes y el trazado de los colectores se ha definido en función de las características topográficas del sector, es decir se han trazado por el medio de todas las calles existentes, siguiendo la pendiente natural del terreno.

El material considerado para el diseño de las redes alcantarillado secundarias y principales es: tubería de PVC (con Norma NTE INEN 2360:2004); Los pozos de revisión tipo B1 y B2 serán de hormigón simple y armado.

Se considera dos descargas por las cuestiones topográficas Red I (Red Marginal desde el pozo P131A, hasta el pozo P1A) descarga a una red de alcantarillado existente al Pozo (E13) y la Red II descarga a una red de alcantarillado existente al Pozo (B58).

4.1.4.1 Tipos de Sistemas

4.1.4.1.1 Sistemas independientes o unitarios

“Son sistemas conducen las aguas servidas y de lluvia por conductos independientes” (Bolinaga, 1999, p.823).

4.1.4.1.2 Sistemas combinados

Son aquellos que llevan por un mismo conducto las aguas servidas y de lluvia.

Por el costo significativo de construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado separados; es decir una red de alcantarillado pluvial y otra que conduzca las aguas servidas; es impracticable en nuestro país. (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009, p. 137).

4.1.5 Sistemas Independientes (Primera Alternativa)

4.1.5.1 Sistema Alcantarillado Sanitario

El diseño descargara a un sistema existente, porque se trata de una ampliación de alcantarillado existente, estos dos pozos a los que se descargara son por un lado la Red I al pozo E13 y la Red II al pozo B58.

4.1.5.1.1 Período de diseño

La EPMAPS propone que como mínimo, en el caso de recolección de aguas servidas, los sistemas sean calculados con un alcance de 30 años, por lo que si el proyecto entra en funcionamiento en el año 2016 será hasta el año 2046. (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009, p.27)

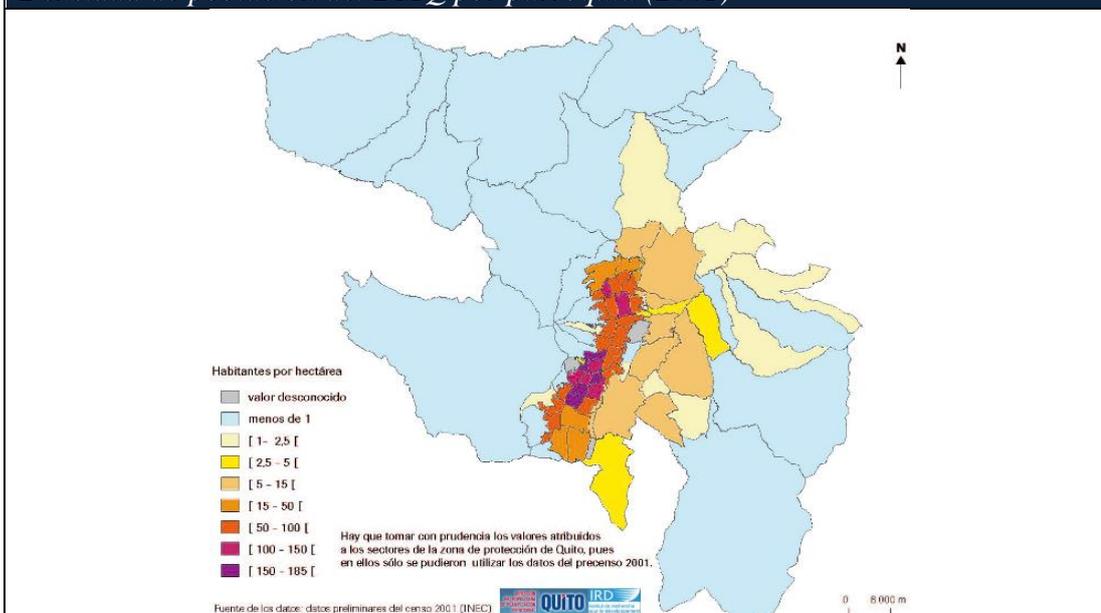
4.1.5.1.2 Población

La población se determinó en la *sección 2.4.1.2*, y se la estimó en base a la tasa de crecimiento que fue de **3.12%**, para 5 años hasta llegar al año de horizonte del proyecto.

Además de un análisis en base al ordenamiento territorial de la Administración Zonal y lotes proyectados se obtuvo que la densidades para el Sector Miranda Alto es de 75 hab/Ha, y para el Sector de la Comuna Miranda Grande 40 hab/Ha, con un promedio de 6 hab/vivienda.

Por medio de la proyección de la población se obtuvo 11.914 habitantes para el año horizonte del final del proyecto (2045), con un área de intervención de 88.40 Ha, con lo cual se obtuvo una densidad futura en el sitio de **135 hab/Ha**.

Figura 31
Densidad de población del DMQ por parroquia (2001)



Nota. Censo INEC, 2001
Elaborado por: Dirección Metropolitana de Planificación Territorial

4.1.5.1.3 Plan de uso y ocupación de suelo

El uso y ocupación de suelo del proyecto y a través de los mapas de la Secretaría de Territorio Hábitat y Vivienda (SHTV), (anexo), se determina que el uso de suelo principal corresponde a **agrícola residencial (AR)**.

Figura 32

Ampliación área de proyecto mapa de uso de suelos SHTV

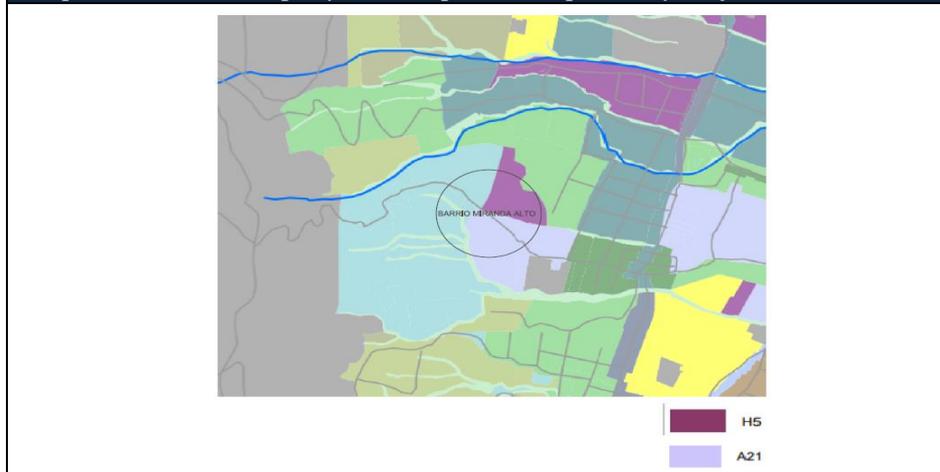


Nota. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2011
Elaborado por: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

Su ocupación y edificabilidad corresponde a la zona **aislada**, “que son edificaciones que observarán retiros frontal, laterales y posteriores, áreas residenciales de baja densidad, en áreas industriales y agrícolas, en asentamientos rurales”, (Ordenanza 008 DMQ, 2002, p.44).

Figura 33

Ampliación área de proyecto mapa de ocupación y edificabilidad SHTV



Nota. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2011
Elaborado por: Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda

4.1.5.1.4 Aporte de caudales residuales.

Para determinar el volumen de caudales residuales acogemos la recomendación de la EPMAPS. “El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales, domésticas, industriales, comerciales e institucionales” (EPMAPS, 2009, pág. 29).

- Domésticas (Qd)

Para el cálculo del caudal domestico se utilizara la ecuación de la EPMPAS (EPMAPS, 2009, pág. 29) y está dado por la siguiente expresión:

Ecuación 7. Caudal Doméstico

$$Qd = \frac{d_{neta} \cdot D \cdot Ard}{86400} \cdot R \quad \left[\frac{lt}{s} \right]$$

Dónde:

d_{neta} = dotación neta por habitante [lt/hab-día]

Ard = área residencial bruta de drenaje sanitario [ha]

D = densidad de población futura [hab/ha]

R = coeficiente de retorno [adimensional]

En los Parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado en la ciudad de Quito, elaborados por la comisión de consultoría del área de Ingeniería de la EPMAPS, recomienda tomar el valor de la dotación de 170 litros/ hab x día + 40 por fugas, es decir un valor de la dotación total de **210 [lt/ hab x día]**, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 23 <i>Dotaciones recomendadas</i>		
POBLACIÓN [hab]	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA [lt/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

Nota. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009, pág. 30
Elaborado por: Andrés Vaca

La EPMAPS en su normativa de diseño manifiesta que “El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales” (EPMAPS, 2009, pág. 30), por lo tanto se adopta un coeficiente de retorno **R = 0,8** ya que el nivel de complejidad del sistema es medio alto por la topografía muy accidentada del sector, el coeficiente adoptado se considera constante hasta el final del periodo de diseño y en todo el área de servicio del proyecto.

Las áreas residenciales aportantes brutas se estiman de acuerdo al plano, las cuales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 24 <i>Áreas de drenaje</i>													
N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)
1	0,734	26	0,158	51	0,261	76	0,329	101	0,279	126	0,330	151	0,060
2	0,556	27	0,223	52	0,037	77	0,533	102	0,294	127	0,38	152	0,055
3	0,604	28	0,216	53	0,289	78	0,261	103	0,328	128	0,143	153	0,051
4	0,306	29	0,381	54	0,296	79	0,041	104	0,304	129	0,254	154	0,359
5	0,237	30	0,547	55	0,304	80	0,347	105	0,207	130	0,280	155	0,345
6	0,289	31	0,797	56	0,246	81	0,138	106	0,287	131	0,065	156	0,38
7	0,252	32	0,313	57	0,399	82	0,280	107	0,173	132	0,680	157	0,386
8	0,443	33	0,778	58	0,380	83	0,435	108	0,303	133	0,475	158	0,505
9	0,363	34	0,71	59	0,594	84	0,428	109	0,355	134	0,519	159	0,251
10	0,074	35	0,255	60	0,149	85	0,467	110	0,213	135	0,097	160	0,245
11	0,061	36	0,319	61	0,098	86	0,168	111	0,069	136	0,038	161	0,189

N #	Area (Ha)	N #	Area (Ha)	N #	Area (Ha)	N#	Area (Ha)						
12	0,074	37	0,169	62	0,273	87	0,076	112	0,226	137	0,141	162	0,385
13	0,016	38	0,185	63	0,197	88	0,781	113	0,276	138	0,149	163	0,199
14	0,059	39	0,235	64	0,286	89	0,337	114	0,476	139	0,214	164	0,084
15	0,066	40	0,191	65	0,384	90	0,107	115	0,269	140	0,115		
16	0,119	41	0,289	66	0,204	91	0,168	116	0,285	141	0,088		
17	0,121	42	0,361	67	0,121	92	0,362	117	0,031	142	0,135		
18	0,184	43	0,232	68	0,210	93	0,140	118	0,227	143	0,189		
19	0,688	44	0,309	69	0,157	94	0,249	119	0,168	144	0,126		
20	0,199	45	0,236	70	0,240	95	0,261	120	0,108	145	0,071		
21	0,616	46	0,222	71	0,140	96	0,283	121	0,574	146	0,127		
22	0,265	47	0,209	72	0,063	97	0,276	122	0,178	147	0,060		
23	0,228	48	0,291	73	0,147	98	0,293	123	0,34	148	0,120		
24	0,201	49	0,146	74	0,379	99	0,275	124	0,275	149	0,049		
25	0,34	50	0,259	75	0,445	100	0,251	125	0,28	150	0,069		

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

- Infiltraciones (QINF)

La infiltración de aguas subsuperficiales es inevitable, así como las aguas freáticas, por fisuras en las tuberías, y juntas constructivas entre elementos tales como pozos y tuberías en las redes del sistema, se adoptará el valor de **0,3 lt/s-ha** recomendados por la EPMAPS en la siguiente tabla:

Tabla 25 <i>Categorización de infiltraciones</i>			
Horizonte de complejidad del sistema	Infiltración alta [lt/s-ha]	Infiltración media [lt/s-ha]	Infiltración baja [lt/s-ha]
Bajo y medio	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2
Medio alto y alto	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2

Nota. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009
Elaborado por: Andrés Vaca

- Otras contribuciones

El sitio del proyecto es residencial – agrícola, por lo tanto los cálculos se lo realizara únicamente para aportaciones de carácter doméstico, es importante aclarar que el sector agrícola posee acequias por lo que se tomara en cuenta la momento de análisis de escorrentías superficiales.

4.1.5.1.5 Caudal medio diario ($QmDn$)

La siguiente ecuación sirve para obtener el caudal medio diario, se toma de las (EPMAPS, 2009).

Ecuación 8. Caudal medio diario.

$$Qm_{Dn} = Qm'_{Dn} + I_n + \Sigma Qs_n \left[\frac{m^3}{dia} \right]$$

Dónde:

n = año final del proyecto

$QmDn$ = caudal medio diario de diseño para el año n [$m^3/día$]

$QmDn'$ = caudal medio diario para el año n , debido exclusivamente a usuarios domésticos y pequeños comercios, oficinas e industrias y sanitarios de edificios municipales y grandes establecimiento [$m^3/día$].

I_n = caudal de infiltración contribuido para el año n , en [$m^3/día$]

ΣQs_n = suma de los caudales medios diarios contribuidos por los usuarios, para el año n .

4.1.5.1.6 Coeficientes de mayoración y minoración de caudales

Para determinar los coeficientes hacemos uso de la normativa de la EPMAPS “Las variaciones de los coeficientes en función de la población se sustentan en que el uso del agua se hace cada vez más homogéneo” (EPMAPS, 2009, pág. 36).

La EPMAPS hace recomendaciones de sus valores cuando se trata de un sistema nuevo, y se los debe variar a lo largo de la fase de diseño cuando el aumento demográfico acogido así lo decreta.

Tabla 26 Coeficientes de mayoración y minoración	
COEFICIENTES DE MAYORACION	
$1,1 < K1 < 1,4$	$1,43 < K < 2,66$
$1,3 < K2 < 1,9$	
COEFICIENTES DE MINORACION	
$0,6 < \beta1 < 0,8$	$0,3 < \beta < 0,56$
$0,5 < \beta2 < 0,7$	
Fuente. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009 Elaborado por: Andrés Vaca	

Se obtendrá el caudal máximo instantáneo del proyecto, utilizando el caudal medio diario (QmD) afectado por el coeficiente de mayoración (**K=2.66**).

4.1.5.1.7 Caudales de diseño.

Para el dimensionamiento de redes de tuberías, el caudal máximo para el diseño hidráulico sanitario será **Qd30**, el mismo que corresponde al del periodo final de diseño.

“Para este caudal se trazará el perfil hidráulico de las obras y se establecerán los tirantes líquidos máximos, las alturas de seguridad (bordes libres)” (EPMAPS, 2009, pág. 37).

A continuación se presenta en forma reducida y desarticulada la ecuación para el caudal de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, considerando solamente caudales domésticos y de infiltración.

Ecuación 9. Caudal de diseño

$$Qd = QMH + Qce$$

$$Qd_{30} = \left[\frac{d_{nsta} \cdot D_{30} \cdot Ard}{86400} \cdot R \right] \cdot K + 0.1 \cdot Ard \quad \left[\frac{lt}{s} \right]$$

“El caudal Qd30 de cada tramo de la red de tuberías se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, QMH30, los aportes de conexiones erradas” (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009, pág. 38), que para este proyecto se planea sean nulas.

“Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea $Qd30 < 1.5$ l/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño” (EPMAPS, 2009, pág. 38).

“Con respecto al caudal mínimo de autolimpieza QLo de una conducción, al caudal máximo horario del día del caudal mínimo diario del año inicial del periodo de diseño” (EPMAPS, 2009, pág. 39), y se lo expresa mediante la siguiente ecuación

Ecuación 10. Caudal de autolimpieza

$$QLo = k_2 \cdot \beta_1 \cdot Qm_{DO}$$

Dónde:

QmDo = caudal medio diario del año inicial

K_2 = coeficiente máximo horario

β_1 = coeficiente mínimo diario

Para el proyecto se asumirá los siguientes coeficientes $K_2=2.66$ y $\beta_1=0.56$.

Por lo tanto la ecuación 10, con los coeficientes asumidos se representa de la siguiente manera:

$$QL_0 = 1.49 * Qm_{DO}$$

4.1.5.1.8 Diámetro interno mínimo.

“El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es de **250 mm** con el fin de evitar obstrucciones de los conductos por objetos relativamente grandes introducidos en el sistema” (EPMAPS, 2009, pág. 39).

Pero actualmente este valor de diámetro mínimo ha variado y se utiliza una tubería de **300 mm** en base a criterios y experiencias de los técnicos de la EPMAPS.

4.1.5.1.9 Velocidad y pendiente mínima.

Para el control del diseño se emplea el razonamiento de la velocidad de flujo, la cual debe cumplir la condición de $V > 0.6$ m/s. Por lo tanto aplicando la normativa para el diseño de sistemas de alcantarillado de la EPMAA-Q que nos dice: “Esta velocidad media es obtenida para el caudal a sección llena que corresponda al diámetro y pendiente seleccionados” (EPMAPS, 2009, pág. 40).

Consiguientemente la pendiente mínima está en función de la velocidad mínima.

Además se deberá comprobar que la velocidad sea mayor a $V > 0.4$ m/s para el caudal de autolimpieza.

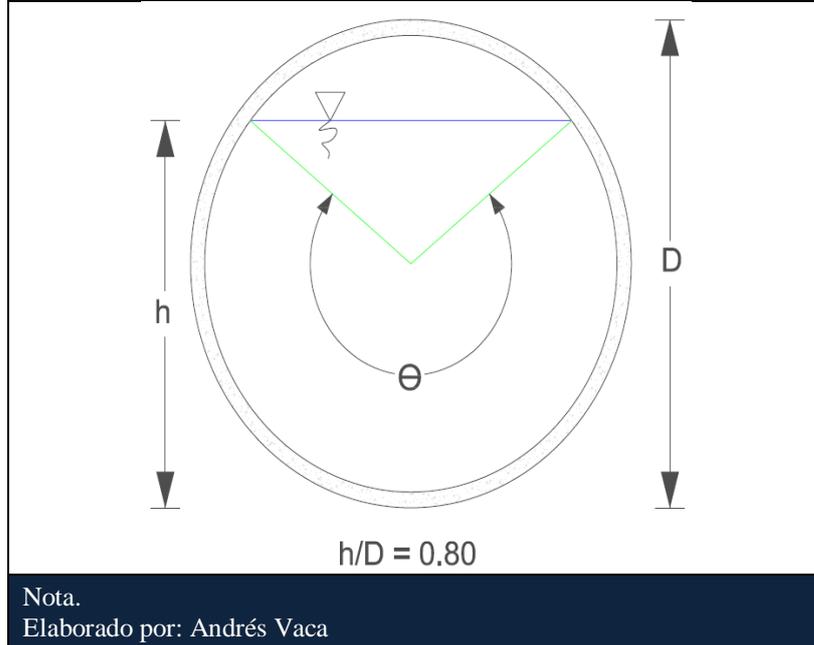
4.1.5.1.10 Velocidad y pendiente máxima.

Los valores máximos de la velocidad media dependen del material, pero en general no debe sobrepasar los $V < 5$ m/s; en el caso de tuberías de PVC son de $V < 7.5$ m/s. Consiguientemente la pendiente máxima está en función de la velocidad máxima. (EPMAPS, 2009, pág. 40)

4.1.5.1.11 Profundidad hidráulica máxima.

La profundidad hidráulica de diseño de un colector debe estar en 70% y 85% del diámetro interno, ya que así posibilita la aireación oportuna del flujo de caudales residuales. (EPMAPS, 2009, pág. 41)

Figura 34
Relación de llenado

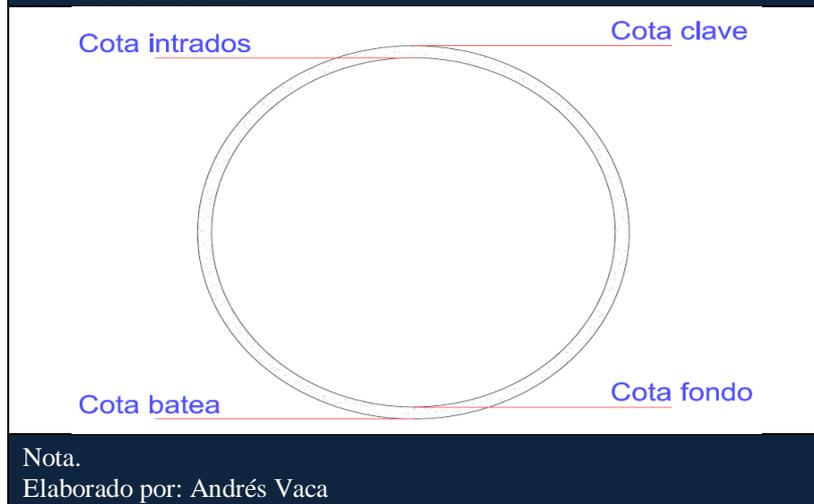


Para el presente diseño se tomara un porcentaje medio entre los valores permitidos por las normas de alcantarillado (EPMAPS, 2009), es decir se adoptara una profundidad hidráulica máxima de **80%**.

4.1.5.1.12 Profundidad mínima y máxima a la cota clave de la tubería.

Se definirá los niveles en una tubería, representado en la siguiente figura:

Figura 35
Cotas en tuberías



La cota clave mínima de las redes se diseñara con profundidades que permitan la evacuación de aguas servidas y lluvias de los lotes a cada lado del trazado vial existente, desde los niveles más bajos referidos a la rasante de la calzada.

En todo caso las normas de alcantarillado (EPMAPS, 2009), recomienda que no sea inferior a 1.5 m.

La profundidad máxima de colocación de las tuberías está en el orden de 5m, pero esta se puede incrementar si es que se garantiza una aceptable cimentación y buenas características de calidad de los materiales y tuberías durante la etapa de construcción del proyecto. (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009, pág. 41).

4.1.5.1.13 Cálculo de la red de alcantarillado sanitario.

Las condiciones elementales para un diseño hidráulico de la red de alcantarillado son:

I.) El máximo caudal horario con un horizonte de 30 años es “Qd30”, el mismo que se lo considera como el caudal de diseño.

II.) Las tuberías se adoptarán como canales de sección circular, por lo que se debe verificar que $d/D \leq 0.8$ para el máximo caudal horario a 15 años “QM15”.

III.) La velocidad máxima deberá verificarse con la siguiente ecuación, para el “Qd30”:

Ecuación 11. Velocidad máxima en tuberías a flujo libre

$$V_{max} = 6 \cdot (g \cdot R)^{\frac{1}{2}} \quad \left[\frac{m}{s} \right]$$

Dónde:

g = aceleración de la gravedad [9.81 m/s²]

R = radio hidráulico [m]

IV.) Como es un flujo uniforme, el que pasaría por el ducto de descarga, para el cálculo se utilizara la ecuación de Manning (Chow Ven Te, 2004, pág. 127), la misma que se muestra a continuación:

Ecuación 12. Ecuación de Manning para flujo uniforme.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot W \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

Q = caudal [m³/s]

W = sección de flujo [m²]

R = radio hidráulico [m]; R=W/X

X = perímetro mojado [m]

J = pendiente de fondo [m/m]

n = coeficiente de rugosidad de Manning, [adimensional]

Tabla 27 <i>Coefficientes de rugosidad de Manning</i>	
Material	n
Canales revestidos	
Hormigón en masa sin acabado	0.013 - 0.017
Hormigón en masa alisado	0.011 - 0.015
Hormigón proyectado con superficie plana	0.016 - 0.019
Hormigón proyectado con superficie ondulada	0.018 - 0.022
Ladrillo	0.014 - 0.017
Asfalto liso	0.013
Asfalto rugoso	0.016
Plástico (PVC)	0.011
Vidrio	0.010
Madera	0.011 - 0.014

Nota. Hidráulica de los Canales Abiertos (Chow Ven Te, Mc Graw – Hill, 1994)
Elaborado por: Andrés Vaca

La sección de flujo (W), el radio hidráulico (R), están en función de la forma geométrica y de la profundidad de flujo (h), a continuación se especifica las ecuaciones para sección circular de la tubería de acuerdo a la figura 34:

Ecuación 13. Elementos geométricos secciones circulares

$$W = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) * D^2 \rightarrow W[m^2], \theta[rad]$$

$$\theta = 180 + 2 * \arcsen\left(\frac{2*h}{D} - 1\right) \rightarrow \theta[grados] \quad \text{Si } \frac{h}{D} > 0.5$$

$$\theta = 180 - 2 * \arcsen\left(1 - \frac{2*h}{D}\right) \rightarrow \theta[grados] \quad \text{Si } \frac{h}{D} \leq 0.5$$

$$X = \frac{1}{2} * \theta * D \rightarrow X[m], \theta[rad]$$

V.) Si el caudal de autolimpieza “Q_{Lo}”, es inferior a 2 lt/s, se acogerá una pendiente mínima de **0.004 m/m**, en el tramo de análisis.

VI.) Los caudales de diseño corresponderán a los caudales acumulados aguas abajo y se verificara los parámetros, antes mencionados por cada uno de los tramos en análisis.

4.1.5.1.14 Trazado de la red de alcantarillado sanitario.

I.) Las tuberías se proyectaran en tramos rectos entre pozos de registro.

II.) La tubería en lo posible continuarán con las pendientes naturales de escurrimiento.

III.) Se deberá procurar la menor profundización posible de tuberías.

IV.) Las tuberías se procuraran colocar en el eje vial ya que existe un trazado vial definido.

V.) De tener pendientes altas se deberá prever saltos hidráulicos.

VI.) Las descargas se realizaran a las redes existentes en el área de influencia del proyecto.

4.1.5.1.15 Ubicación de las tuberías.

I.) Se deberá verificar si existen otras instalaciones visibles o subterráneas, para poder ubicar las tuberías.

II.) Al momento de ubicar la tubería se deberá evitar permisos especiales para pasos de servidumbre o expropiaciones, si de ser obligatorio estos permisos especiales se deberá contar con la autorización legal antes de su ejecución.

4.1.5.1.16 Selección del material de las tuberías.

Dadas las características técnicas que presentan las tuberías de policloruro de vinilo (PVC); se determinó el uso de las mismas bajo el criterio de las siguientes razones:

a. Son ligeras y fáciles de transportar.

b. Su instalación es muy sencilla y de fácil mantenimiento.

- c. No existen desperdicios por rotura al momento de instalar o al ser transportadas.
- d. Su capacidad para soportar cargas externas es muy buena.
- e. Tiene un excelente comportamiento al desgaste o abrasión.
- f. El costo de la tubería es alto, pero es aceptable ya que la vida útil del proyecto lo sustenta.

4.1.5.1.17 Pozos de registro o de inspección.

Los pozos se colocarán de acuerdo a los siguientes criterios en base a las normas de alcantarillado (Normas de Sistemas de Alcantarillado EPMAPS, 2009, pág. 47):

- a. Se ubicarán cuando existan cambios en la dirección de la red, en pendientes, diámetro o tipo de tubería.
- b. En donde se produzcan intersecciones de tuberías.
- c. Al inicio de la red. Pozo de cabecera.
- d. En función del método utilizado para el mantenimiento de las redes se sugiere un valor aproximado de 80m entre pozos.
- e. Los pozos de inspección serán cilíndricos con un diámetro interior de 1m como mínimo.
- f. El fondo de los pozos de revisión se dispondrá en forma similar a la geometría de las tuberías de entrada y salida. Su altura será “ $h = 1/2D$ ”.
- g. La cota de más profunda recaerá al conducto más bajo.

4.1.5.1.17 Ejemplo diseño de tramo del sistema sanitario.

Para el siguiente ejemplo se tomó un tramo del sistema de alcantarillado, para ubicarlo ver el anexo 10.

DATOS:

Calle: S/N (Red Marginal)

Pozo entrada: P131B

Pozo salida: P130A

Área acumulada: 1.855[Ha]

Área tributaria: 0.566[Ha]

Longitud entre pozos: 41.80 [m]

Cota pozo entrada: 2666.08 [msnm]

Cota pozo salida: 2659.95 [msnm]

PARAMETROS DE DISEÑO:

Densidad Inicial:	54 [hab/Ha]	Densidad Futura:	135 [hab/Ha]
Dotación Neta	210 [lt/hab-día]	Coef. máximo horario	K2 = 2,66
Coef. de retorno:	R = 0.8	Coef. mínimo diario	B 1= 0.56
Coef. de mayoración:	K = 2.66	Velocidad Max (PVC)	Vmax = 7.5[m/s]
Coef. de rugosidad:	n = 0.011	Velocidad Min	Vmin = 0.6[m/s]

1.- Se determina la pendiente del tramo de análisis:

$$j = \frac{2666.08 - 2659.95}{41.80} = 0.15 \text{ [m/m]}$$

2.- Se determina la población de diseño para el tramo de análisis:

$$Pf = 135 \left[\frac{\text{hab}}{\text{Ha}} \right] * 1.855 [\text{Ha}] = 250 \text{ [hab]}$$

3.- Se calcula el caudal medio diario del tramo de análisis:

$$Qd = \frac{d_{NETA} * Pf}{86400} * R$$

$$Qd = \frac{210 \text{ [lt/hab - día]} * 250 \text{ [hab]}}{86400} * 0.8$$

$$Qd = 0.49 \left[\frac{\text{lt}}{\text{s}} \right]$$

4.- Se calcula el caudal de diseño del tramo de análisis:

$$Qd_{30} = Qd * K + 0.1 * Ard$$

$$Qd_{30} = 0.49 \left[\frac{lt}{s} \right] * 2.66 + 0.1 \left[\frac{lt}{s \cdot Ha} \right] * 1.855 [Ha]$$

$$Qd_{30} = 1.48 \left[\frac{lt}{s} \right]$$

$$Qd_{30} < 1.50$$

$$1.48 < 1.50 \rightarrow \text{Error}$$

$$\therefore Qd_{30} = 1.50 \left[\frac{lt}{s} \right]$$

5.- Se realiza el cálculo caudal de auto limpieza del tramo de análisis:

$$QLo = k2 \cdot \beta1 \cdot Qm_{DO}$$

$$QLo = 2.66 \cdot 0.56 \cdot \frac{d_{nsta} \cdot Do \cdot A}{86400} \cdot R$$

$$QLo = 1.49 \cdot \frac{d_{nsta} \cdot Do \cdot A}{86400} \cdot R$$

$$QLo = 1.49 \cdot \frac{210 \left[\frac{lt}{hab} \cdot dia \right] \cdot 54 \left[\frac{hab}{Ha} \right] \cdot 1.855}{86400} \cdot 0.8$$

$$QLo = 0.29 \left[\frac{lt}{s} \right]$$

$$QLo < 2.00$$

$$0.29 < 2.00 \rightarrow \text{Ok}$$

6.- Se determina los parámetros hidráulicos a flujo lleno del tramo de análisis:

Partiendo de la ecuación de Manning, se despejara el D (diámetro de tubería) para poder obtener este dato:

$$Q = \left(\frac{1}{n} \cdot W \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \right) * 1000 \quad \left[\frac{lt}{s} \right]$$

Dónde:

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

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

Entonces:

$$Q = \left(\frac{1}{n} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \left[\frac{D}{4} \right]^{\frac{2}{3}} \cdot [J]^{\frac{1}{2}} \right) * 1000 \quad \left[\frac{\text{lt}}{\text{s}} \right]$$

Despejando el D (diámetro) queda:

$$D = \left(\frac{4^{5/3}}{\pi} \right)^{3/8} \cdot \left(\frac{\frac{Q}{1000} \cdot n}{\frac{J}{100}^{1/2}} \right)^{3/8} \quad [\text{m}]$$

$$D = 1.5483 \cdot \left(\frac{\frac{1.50}{1000} \cdot 0.011}{\frac{14.67^{1/2}}{100}} \right)^{3/8} \quad [\text{m}]$$

$$D = 0,036 \text{ [m]}$$

$$D > D_{\text{min}}$$

0,036 > 0,30 → Error

Si sale Error se adopta el diámetro mínimo 0,30

$$\therefore D = 0,30 \text{ [m]}$$

Sección de flujo:

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$W = \frac{\pi \cdot 0,30^2}{4}$$

$$W = 0,0707 \text{ [m}^2\text{]}$$

Perímetro mojado:

$$X = \pi \cdot D$$

$$X = \pi \cdot 0,30$$

$$X = 0,9425 \text{ [m]}$$

Radio hidráulico:

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

$$R = \frac{0,30}{4}$$

$$R = 0,075 \text{ [m]}$$

Caudal

$$Q = \left(\frac{1}{n} \cdot W \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \right) * 1000 \quad \left[\frac{\text{lt}}{\text{s}} \right]$$

$$Q = \left(\frac{1}{0,011} \cdot 0,0707 \cdot 0,075^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{14,67}{100} \right)^{\frac{1}{2}} \right) * 1000 \quad \left[\frac{\text{lt}}{\text{s}} \right]$$

$$Q = 437,65 \left[\frac{\text{lt}}{\text{s}} \right]$$

Velocidad:

$$v = \frac{Q}{W} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v = \frac{0,43765}{0,0707} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v = 6,19 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v > v_{\text{min}}$$

$$6,19 > 0,6 \rightarrow \text{OK}$$

7.- Se determina los parámetros hidráulicos a flujo libre del tramo de análisis:

Para el siguiente cálculo se realizara una sucesión de aproximaciones para determinar la carga del flujo 'h' utilizando el método del 'Módulo de caudal', ya que como datos se tiene la pendiente, el caudal de diseño y el diámetro de la tubería.

Datos:

$$D = 0,30 \text{ [m]}$$

$$Q_{d30} = 0,0015 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$J = 0,15 \text{ [m/m]}$$

$$H_o = 0,01 \text{ [m]} \text{ Altura inicial para inicio de interacciones.}$$

Módulo de caudal necesario:

$$K_{NEC} = \frac{Q}{\sqrt{J}}$$

$$K_{NEC} = \frac{0.0015}{\sqrt{0.15}}$$

$$K_{NEC} = 0,0039 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

Ángulo:

$$\text{Si } \frac{h}{D} \leq 0.5 \rightarrow \theta = 180 - 2 \cdot \arcsen \left(1 - \frac{2 \cdot h}{D} \right)$$

$$\frac{0.01}{0.30} \leq 0.5$$

$$\frac{0.01}{0.30} \leq 0.5$$

$$0.0333 \leq 0.5$$

$$\theta = 180 - 2 \cdot \arcsen \left(1 - \frac{2 \cdot 0.01}{0.3} \right)$$

$$\theta = 42.08 [^\circ]$$

Sección de flujo:

$$\theta = \frac{42.08 \cdot \pi}{180}$$

$$\theta = 0.7344 [\text{rad}]$$

$$W = \frac{1}{8} (\theta - \sin \theta) \cdot D^2$$

$$W = \frac{1}{8} (0.7344 - \sin 0.7344) \cdot 0.3^2$$

$$W = 0.000723 [\text{m}^2]$$

Perímetro Mojado:

$$\theta = \frac{42.08 \cdot \pi}{180} [rad]$$

$$\theta = 0.7344 [rad]$$

$$X = \frac{1}{2} \cdot \theta \cdot D$$

$$X = \frac{1}{2} \cdot 0.7344 \cdot 0.3$$

$$X = 0.1102 [m]$$

Radio Hidráulico:

$$R = \frac{W}{X}$$

$$R = \frac{0.000723}{0.1102}$$

$$R = 0.006563 [m]$$

Radio Hidráulico:

$$K_{CAL} = \frac{W \cdot R^{2/3}}{n}$$

$$K_{CAL} = \frac{0.000723 \cdot 0.006563^{2/3}}{0.011}$$

$$K_{CAL} = 0.0023 \left[m^3/s \right]$$

$$K_{NEC} \geq K_{CAL}$$

$$0.0039 \geq 0.0023$$

Como el K_{NEC} sigue siendo mayor, que el K_{CAL} se debe asumir otra altura de flujo hasta que se cumpla la condición y así poder obtener la altura de flujo correspondiente para este tramo de análisis.

En la siguiente tabla se resumen las interacciones que se realizaron, para poder obtener el resultado esperado:

Tabla 28						
<i>Interacciones para cálculo de altura de flujo (h)</i>						
KNEC	h [m]	Θ [°]	W [m ²]	X [m]	R [m]	KCAL
0,0039	0,010	42,08	0,000723	0,1102	0,006563	0,002304
0,0039	0,011	44,16	0,000833	0,1156	0,007207	0,002826
0,0039	0,012	46,15	0,000948	0,1208	0,007850	0,003405
0,0039	0,013	48,06	0,001068	0,1258	0,008491	0,004042
0,0039	0,015	51,68	0,001321	0,1353	0,009765	0,005488
0,0039	0,016	53,41	0,001454	0,1398	0,010400	0,006298
Nota. Software DISALC 1.0, 2016 Elaborado por: Andrés Vaca						

La altura de flujo es de **1.3 cm** para el tramo de análisis, para este proceso repetitivo y monótono, se realizó una aplicación de Excel y Visual Basic, que me permite obtener el resultado de manera exacta y sin pérdida de tiempo, el código fuente se encuentra en el anexo 8.

Relación de Llenado:

$$\frac{h}{D} < 0.8$$

$$\frac{0.013}{0.30} < 0.8$$

$$0.04 < 0.8 \quad \therefore \text{O.K}$$

Velocidad Media:

$$V_m = \frac{Q}{W}$$

$$V_m = \frac{0.0015}{0.001068}$$

$$V_m = 1.40 \text{ [m/s]}$$

$$V_m < 7.5 \text{ [m/s]}$$

$$1.40 < 7.5 \quad \therefore \text{O.K}$$

Velocidad máxima según Normas de Sistemas de Alcantarillado EPMAPS (2009):

$$V_{\max} = 6 \cdot (g \cdot R)^{1/2}$$

$$V_{\max} = 6 \cdot (9.81 \cdot 0.008491)^{1/2}$$

$$V_{\max} = 1.73 \text{ [m/s]}$$

$$V_m < V_{\max}$$

$$1.40 < 1.73 \quad \therefore \text{O.K}$$

4.1.5.2 Sistema Alcantarillado Pluvial

La descarga se realizará a la red de alcantarillado existente, puesto que la topografía permite tomar esta decisión.

4.1.5.2.1 Periodo de diseño.

“Las medidas estructurales del sistema de drenaje deben diseñarse para una vida útil no inferior a **30 años**” (EPMAPS, 2009, pág. 68).

4.1.5.2.2 Periodo de retorno.

“El periodo de retorno de un evento hidrológico se calcula como la inversa de la probabilidad de excedencia anual y presenta el intervalo del tiempo promedio (en EPMAPS, 2009, pág. 68).

Tabla 29 <i>Periodos de retorno para diferentes ocupaciones del área</i>		
Tipo de Obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 – 25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25

Nota. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009
Elaborado por: Andrés Vaca

Para el presente diseño se utilizara el periodo de diseño de **5 años** ya que es un área residencial.

4.1.5.2.3 Áreas de drenaje.

“La extensión y el tipo de áreas tributarias deberán determinarse para el conjunto de tuberías y para cada tramo de tubería a diseñar” (EPMAPS, 2009, pág. 71).

Tabla 30
Áreas de aportaciones para diseño

N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)	N#	Área (Ha)
1	0,734	26	0,158	51	0,261	76	0,329	101	0,279	126	0,330	151	0,060
2	0,556	27	0,223	52	0,037	77	0,533	102	0,294	127	0,38	152	0,055
3	0,604	28	0,216	53	0,289	78	0,261	103	0,328	128	0,143	153	0,051
4	0,306	29	0,381	54	0,296	79	0,041	104	0,304	129	0,254	154	0,359
5	0,237	30	0,547	55	0,304	80	0,347	105	0,207	130	0,280	155	0,345
6	0,289	31	0,797	56	0,246	81	0,138	106	0,287	131	0,065	156	0,38
7	0,252	32	0,313	57	0,399	82	0,280	107	0,173	132	0,680	157	0,386
8	0,443	33	0,778	58	0,380	83	0,435	108	0,303	133	0,475	158	0,505
9	0,363	34	0,71	59	0,594	84	0,428	109	0,355	134	0,519	159	0,251
10	0,074	35	0,255	60	0,149	85	0,467	110	0,213	135	0,097	160	0,245
11	0,061	36	0,319	61	0,098	86	0,168	111	0,069	136	0,038	161	0,189
12	0,074	37	0,169	62	0,273	87	0,076	112	0,226	137	0,141	162	0,385
13	0,016	38	0,185	63	0,197	88	0,781	113	0,276	138	0,149	163	0,199
14	0,059	39	0,235	64	0,286	89	0,337	114	0,476	139	0,214	164	0,084
15	0,066	40	0,191	65	0,384	90	0,107	115	0,269	140	0,115		
16	0,119	41	0,289	66	0,204	91	0,168	116	0,285	141	0,088		
17	0,121	42	0,361	67	0,121	92	0,362	117	0,031	142	0,135		
18	0,184	43	0,232	68	0,210	93	0,140	118	0,227	143	0,189		
19	0,688	44	0,309	69	0,157	94	0,249	119	0,168	144	0,126		
20	0,199	45	0,236	70	0,240	95	0,261	120	0,108	145	0,071		
21	0,616	46	0,222	71	0,140	96	0,283	121	0,574	146	0,127		
22	0,265	47	0,209	72	0,063	97	0,276	122	0,178	147	0,060		
23	0,228	48	0,291	73	0,147	98	0,293	123	0,34	148	0,120		
24	0,201	49	0,146	74	0,379	99	0,275	124	0,275	149	0,049		
25	0,34	50	0,259	75	0,445	100	0,251	125	0,28	150	0,069		

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.5.2.4 Intensidad de precipitación.

Las curvas IDF graficadas para diferentes periodos de retorno en la sección 4.1.3.2, estas curvas corresponden a la estación M003 Izobamba, y se comparó con la ecuación de la estación Izobamba establecida por la (EPMAPS, 2009), y como la variación entre valores obtenidos es mínima, se utilizara la siguiente ecuación:

Ecuación 14. Intensidad Máxima Estación Izobamba

$$I_{TR} = \frac{74,7140 * T^{0,0888} * [\ln(t + 3)]^{3,8202} * (\ln T)^{0,1892}}{t^{1,6079}}$$

Dónde:

I_{TR} = intensidad precipitación [mm/h]

T = periodo de retorno [años]

t = duración de la lluvia [min]

4.1.5.2.5 Método de cálculo del caudal pluviométrico (Método racional).

“Para cuencas de tamaños menores a 200 ha y de características hidrológicas e hidráulicas simples, es decir sin elementos de detención o retardos” (EPMAPS, 2009, pág. 78), y como el área de influencia del proyecto presentan las características descritas en las normas de sistemas de alcantarillado (EPMAPS, 2009), se usara la siguiente ecuación:

Ecuación 15. Caudal según el Método racional

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Dónde:

Q = caudal pico [m³/s]

I = intensidad de precipitación [mm/h]

A = área de drenaje [Ha]

C = coeficiente de escorrentía

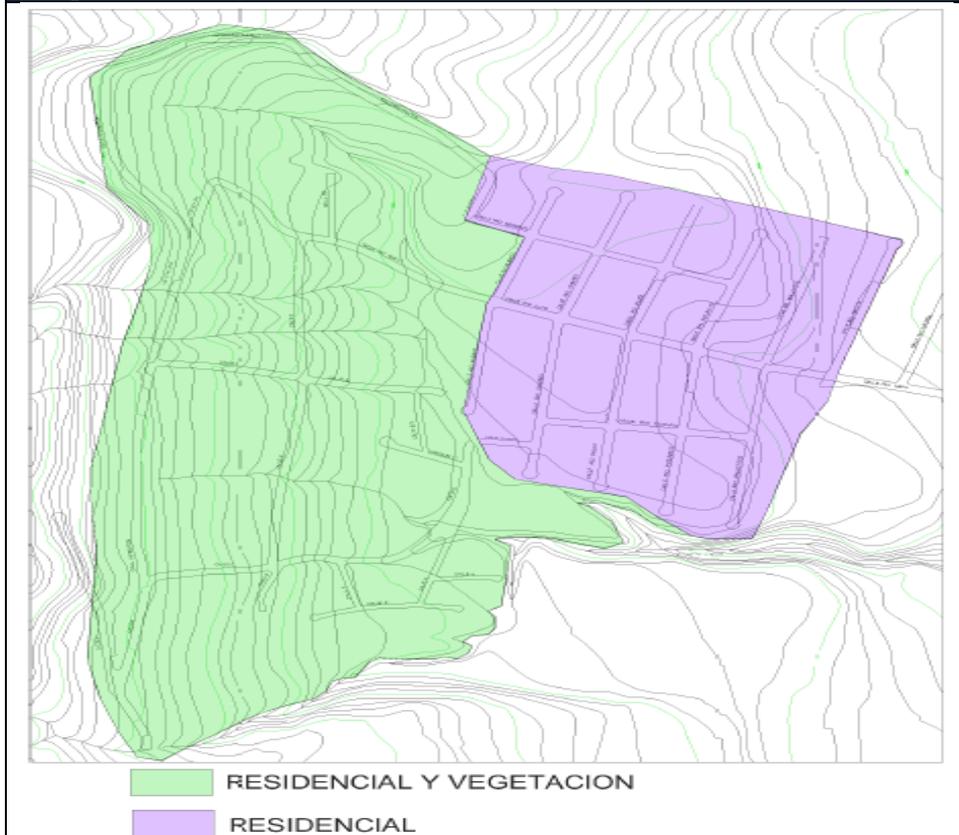
4.1.5.2.6 Determinación de la escorrentía neta.

“El coeficiente de escorrentía integra una gran cantidad de variables hidrometeorológicas y características de infiltración morfológicas del suelo y las condiciones de uso, cobertura y ocupación del suelo” (Normas de Sistemas de Alcantarillado EPMAPS, 2009, pág. 79).

El área de influencia del proyecto por estar en una zona rural, se evidencia que los lotes en su mayoría posee cobertura vegetal y residencias construidas la gran mayoría

en hormigón y se diseñara para la situación actual, las calles son de tierra y sus calles no poseen un trazado vial definido por bordillos y aceras casi en su totalidad, los sectores que conforman el Barrio Miranda Grande, Sector Comuna Miranda Grande posee lotes sin construcción en un 60 a 70%, por lo que hay más vegetación, en relación con el Sector Miranda Alto que posee lotes sin construcción en un 30 – 40%, por lo que el área de estudio se podría considerar en dos tipos de uso de suelo, para el diseño, como se ve en la siguiente imagen:

Figura 36
Ocupación del Suelo



Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

Por lo que para la zona residencial con vegetación, se tomara un coeficiente de escorrentía $C1 = 0.36$, ya que se considera un tipo de suelo ondulado de arcilla y limo tipo pastizal.

Y en el caso de la zona residencial se tomara un coeficiente de $C2 = 0.30$ ya que son viviendas unifamiliares, construidas en un 60 – 70% en relación a los lotes existentes del sector.

Estos valores se adoptaron en base a las siguientes tablas obtenidas de la normativa de alcantarillado de la EPMAPS:

Tabla 31				
<i>Coefficientes de escorrentía</i>				
ZONA RURAL				
Vegetación y topografía		Textura del suelo		
		Limo Arenoso Abierto	Arcilla y Limo	Arcilla Abierta
Bosque	Plano, pend: 0 - 5%	0.10	0.30	0.40
	Ondulado, pend: 5 - 10%	0.25	0.35	0.50
	Montañoso, pend: 10 - 30%	0.30	0.50	0.60
Pastura	Plano	0.10	0.30	0.40
	Ondulado	0.16	0.36	0.55
	Montañoso	0.22	0.42	0.60
Cultivos	Plano	0.30	0.50	0.60
	Ondulado	0.40	0.60	0.70
	Montañoso	0.52	0.72	0.82
ZONA URBANA				
Tipo de Área		Coeficiente de Escorrentía		
Negocios				
Centro		0.70 - 0.95		
Barrios		0.50 - 0.75		
Residencial				
Unifamiliar		0.30 - 0.60		
Multi-unidades, contiguas		0.40 - 0,75		
Departamentos		0.60 - 0.85		
Industrias				
Livianas		0.50 - 0.80		
Pesadas		0.60 - 0.90		
Sin Mejoras		0.10 - 0.30		
Nota. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009				
Elaborado por: Andrés Vaca				

4.1.5.2.7 Tiempo de concentración.

“El tiempo de concentración de una cuenca es definido como el tiempo de viaje del agua lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca, hasta llegar a dicha sección de desagüe” (EPMAPS, 2009, pág. 87), y se lo define con la siguiente ecuación tomada de las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EPMAPS:

Ecuación 16. Tiempo de Concentración

$$t_c = t_i + t_f$$

Dónde:

t_c = tiempo de concentración

t_i = tiempo inicial

t_f = tiempo de flujo por la tubería

El tiempo de concentración mínimo para diseños de alcantarillados pluviales, se adoptara igual a **12 min**, por lo que se tomara dicho valor para los cálculos, en base a lo recomendado por la (EPMAPS, 2009).

Ecuación 17. Tiempo de viaje en el conducto

$$t_f = \frac{L}{60 \cdot V} \text{ [min]}$$

Dónde:

t_f = tiempo de viaje en la tubería [min]

L = longitud [m]

V = velocidad media en la sección, estimado con la Ec. Manning [m/s]

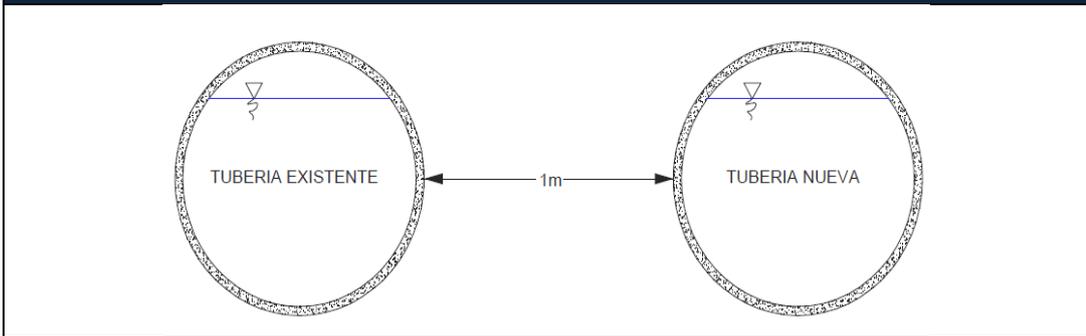
Se sumaran los valores de los tiempos de concentración, más el tiempo de flujo en el conducto por cada tramo de análisis, además que en los puntos de convergencia de dos o más tuberías, se utiliza el mayor tiempo de concentración calculado.

4.1.5.2.8 Distancia mínima entre conductos de otros servicios y quebradas.

“Las distancias mínimas entre los conductos pluviales y los que conforman las otras redes de agua y saneamiento y también conductos de las otras redes de servicios públicos, deben ser de **1.0 m en la dirección horizontal** medido entre las superficies externas de los conductos y de **0.50 m en dirección vertical**, medida entre la cota de la clave de la tubería de drenaje pluvial y la cota de la batea de las tuberías de los otros servicios” (EPMAPS, 2009, pág. 89).

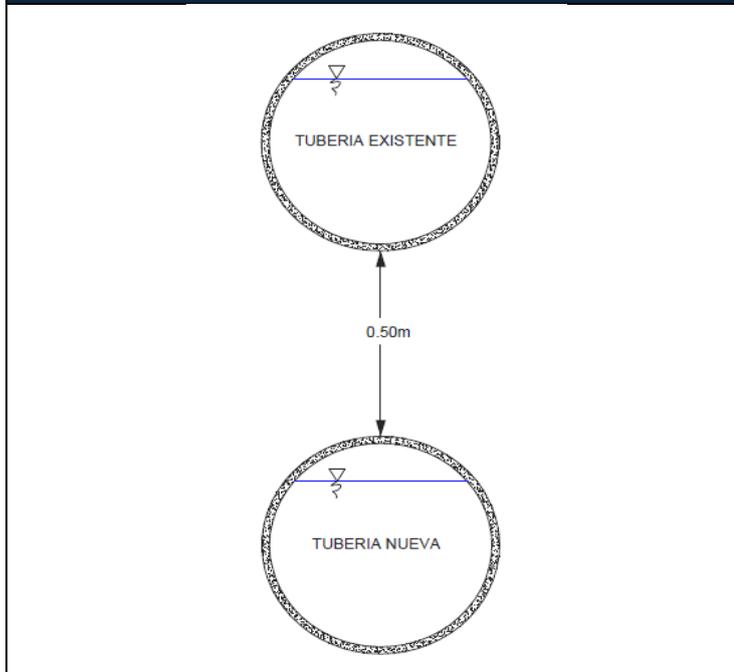
Es decir que si se encuentra una red de cualquier tipo de servicio básico, donde se piensa colocar la tubería del nuevo sistema de diseño, se debería ver de la siguiente manera, tomando en cuenta las recomendaciones de la EPMAPS:

Figura 37
Distancia mínima en dirección horizontal



Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

Figura 38
Distancia mínima en dirección vertical



Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.5.2.9 Dimensionamiento para escurrimiento a superficie libre.

Se empleara la ecuación de Manning para dimensionar los conductos a superficie libre con un escurrimiento estacionario y uniforme.

Además se debe tomar en cuenta que la profundidad hidráulica del caudal de diseño, debe estar entre **70 – 85%** del diámetro real de la tubería.

En los análisis anteriores se determinó que se utilizara tubería PVC, ya que una de sus ventajas es su fácil colocación, transporte y mínima cantidad de desperdicios, por lo que el coeficiente de rugosidad es **n=0.011**.

4.1.5.2.10 Diámetro interno mínimo.

En base a recomendaciones y rectificaciones de las normas para diseño de alcantarillados dictados por la EPMAPS se pueden aceptar como diámetro mínimo a la tubería de **300mm**. (Normas de Sistemas de Alcantarillado EPMAPS, 2009, pág. 98).

4.1.5.2.11 Velocidad mínima y máxima.

La velocidad máxima permisible en una tubería de PVC es de **7.5 m/s**, ya que si se supera esta velocidad máxima, se puede provocar erosiones por los materiales acarreados por el flujo en el conducto.

La velocidad mínima de un flujo por un conducto es de **0.6 m/s**, puesto que si esta velocidad es menor a la mínima, los sólidos transportados por el flujo se pueden depositar en las tuberías, causando estancamientos y obstrucciones en la tubería.

4.1.5.2.12 Pendiente máxima y mínima.

La pendiente mínima está en relación directa con la velocidad mínima, por lo que para que garantice una velocidad mínima se debe procurar tener un pendiente de **0.5%**, la pendiente se puede obtener en campo mediante la excavación para la colocación de la tubería.

Así mismo la pendiente máxima está directamente relacionada con la velocidad máxima, ya que esta pendiente, permite no sobrepasar la velocidad máxima; pero en caso de que la velocidad máxima sea superada, por una de las razones más frecuentes que es la topografía del terreno, será necesario realizar estructuras que permitan reducir la energía del flujo por el conducto.

4.1.5.2.13 Profundidad máxima y mínima a la cota clave

Para colocar la tubería, en ciertos tramos hay cortes de 6, 7 y más metros de profundidad no hay problema alguno siempre y cuando se garantice los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales, además la profundidad mínima es de **1.5m** medido desde la cota clave de la tubería,

de acuerdo a las recomendaciones de la EPMAPS. (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAPS, 2009)

Tabla 32 <i>Profundidad mínima de tuberías</i>	
Servidumbre	Profundidad mínima a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	1.50
Vías vehiculares	1.50

Nota. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009
Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.5.2.14 Ejemplo diseño de tramo del sistema pluvial.

Para el siguiente ejemplo se tomó un tramo del sistema de alcantarillado, para ubicarlo ver el anexo 11.

DATOS:

Calle: S/N (Red Marginal)

Pozo entrada: P131A

Pozo salida: P131B

Área acumulada: 0.734 [Ha]

Área tributaria: 0.734 [Ha]

Longitud entre pozos: 54.79 [m]

Cota pozo entrada: 2676.76 [msnm]

Cota pozo salida: 2666.08 [msnm]

PARAMETROS DE DISEÑO:

Han sido seleccionados acatando los criterios técnicos expresados en la normativa publicada por la EPMAPS, tomando en cuenta las características propias del proyecto.

Periodo de retorno:	5 [años]
Uso de suelo:	C = 0.30
Tiempo de concertación	Tc = 12 [min]
Coefficiente de rugosidad:	n = 0.011

Velocidad Max (PVC)	Vmax = 7.5[m/s]
Velocidad Min	Vmin = 0.6[m/s]
Pendiente mínima	J = 0.005 [m/m]
Relación llenado	h/D < 0.80

1.- Se determina la pendiente del tramo de análisis:

$$j = \frac{2676.76 - 2666.08}{54.79} = 0.19 \text{ [m/m]}$$

2.- Se determina el tiempo de concentración para el tramo de análisis:

Que para tramos iniciales es decir, del punto de inicio de análisis, siempre se utilizara 12 min.

$$t_c = t_i + t_f$$

$$t_c = 12 \text{ [min]}$$

3.- Se determina la intensidad de precipitación del tramo de análisis:

$$I_{TR} = \frac{74,7140 * T^{0.0888} * [\ln(t + 3)]^{3.8202} * (\ln T)^{0.1892}}{t^{1.6079}}$$

$$I_{TR} = \frac{74,7140 * 5^{0.0888} * [\ln(12 + 3)]^{3.8202} * (\ln 5)^{0.1892}}{12^{1.6079}}$$

$$I_{TR} = 78.02 \left[\frac{\text{mm}}{\text{h}} \right]$$

4.- Se determina el caudal de diseño del tramo de análisis:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

$$Q = \frac{0,30 \cdot 78.02 \cdot 0.734}{360}$$

$$Q = 0.04772 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

$$Q = 47.72 \left[\frac{lt}{s} \right]$$

5.- Se determina los parámetros hidráulicos a flujo lleno del tramo de análisis:

Partiendo de la ecuación de Manning, se despejara el D (diámetro de tubería) para poder obtener este dato:

$$Q = \left(\frac{1}{n} \cdot W \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \right) * 1000 \quad \left[\frac{lt}{s} \right]$$

Dónde:

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

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

Entonces:

$$Q = \left(\frac{1}{n} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \left[\frac{D}{4} \right]^{\frac{2}{3}} \cdot [J]^{\frac{1}{2}} \right) * 1000 \quad \left[\frac{lt}{s} \right]$$

Despejando el D (diámetro) queda:

$$D = \left(\frac{4^{5/3}}{\pi} \right)^{3/8} \cdot \left(\frac{Q \cdot n}{\frac{1000}{J^{1/2}}} \right)^{3/8} \quad [m]$$

$$D = 1.5483 \cdot \left(\frac{47.72 \cdot 0.011}{\frac{1000}{19.49^{1/2}}} \right)^{3/8} \quad [m]$$

$$D = 0.124 [m]$$

$$D > D_{min}$$

$$0,124 < 0,30 \rightarrow \text{Error}$$

Si el diámetro obtenido es menor al 0,30 m se tomara el diámetro mínimo

$$\therefore D = 0,30 [m]$$

Sección de flujo:

$$W = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$W = \frac{\pi \cdot 0,30^2}{4}$$

$$W = 0,0707 \text{ [m}^2\text{]}$$

Perímetro mojado:

$$X = \pi \cdot D$$

$$X = \pi \cdot 0,30$$

$$X = 0,9425 \text{ [m]}$$

Radio hidráulico:

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

$$R = \frac{0,30}{4}$$

$$R = 0,075 \text{ [m]}$$

Caudal

$$Q = \left(\frac{1}{n} \cdot W \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \right) * 1000 \quad \left[\frac{\text{lt}}{\text{s}} \right]$$

$$Q = \left(\frac{1}{0,011} \cdot 0,0707 \cdot 0,075^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{19,49}{100} \right)^{\frac{1}{2}} \right) * 1000 \quad \left[\frac{\text{lt}}{\text{s}} \right]$$

$$Q = 504,56 \left[\frac{\text{lt}}{\text{s}} \right]$$

Velocidad:

$$v = \frac{Q}{W} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v = \frac{0,50456}{0,0707} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$V = 7.14 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$V > V_{\text{min}}$$

$$7.14 > 0,6 \rightarrow \text{OK}$$

6.- Se determina los parámetros hidráulicos a flujo libre del tramo de análisis:

Para el siguiente cálculo se realizara una sucesión de aproximaciones para determinar la carga del flujo 'h' utilizando el método del 'Módulo de caudal', ya que como datos se tiene la pendiente, el caudal de diseño y el diámetro de la tubería.

Datos:

$$D = 0,30 \text{ [m]}$$

$$Q = 0.04772 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$J = 0.19 \text{ [m/m]}$$

$$H_o = 0.01 \text{ [m]} \text{ Altura inicial para inicio de interacciones.}$$

Módulo de caudal necesario:

$$K_{NEC} = \frac{Q}{\sqrt{J}}$$

$$K_{NEC} = \frac{0.04772}{\sqrt{0.19}}$$

$$K_{NEC} = 0,1081 \left[\text{m}^3/\text{s} \right]$$

Ángulo:

$$\text{Si } \frac{h}{D} \leq 0.5 \rightarrow \theta = 180 - 2 \cdot \arcsen \left(1 - \frac{2 \cdot h}{D} \right)$$

$$\frac{0.01}{0.30} \leq 0.5$$

$$\frac{0.01}{0.30} \leq 0.5$$

$$0.0333 \leq 0.5$$

$$\theta = 180 - 2 \cdot \arcsen \left(1 - \frac{2 \cdot 0.01}{0.3} \right)$$

$$\theta = 42.08 [^\circ]$$

Sección de flujo:

$$\theta = \frac{42.08 \cdot \pi}{180}$$

$$\theta = 0.7344 [rad]$$

$$W = \frac{1}{8} (\theta - \sin \theta) \cdot D^2$$

$$W = \frac{1}{8} (0.7344 - \sin 0.7344) \cdot 0.3^2$$

$$W = 0.000723 [m^2]$$

Perímetro Mojado:

$$\theta = \frac{42.08 \cdot \pi}{180} [rad]$$

$$\theta = 0.7344 [rad]$$

$$X = \frac{1}{2} \cdot \theta \cdot D$$

$$X = \frac{1}{2} \cdot 0.7344 \cdot 0.3$$

$$X = 0.1102 [m]$$

Radio Hidráulico:

$$R = \frac{W}{X}$$

$$R = \frac{0.000723}{0.1102}$$

$$R = 0.006563 [m]$$

Radio Hidráulico:

$$K_{CAL} = \frac{W \cdot R^{2/3}}{n}$$

$$K_{CAL} = \frac{0.000723 \cdot 0.006563^{2/3}}{0.011}$$

$$K_{CAL} = 0.0023 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$K_{NEC} \geq K_{CAL}$$

$$0.1081 \geq 0.0023$$

Como el K_{NEC} sigue siendo mayor que el K_{CAL}, se debe asumir otra altura de flujo hasta que se cumpla la condición y así poder obtener la altura de flujo correspondiente para este tramo de análisis.

En la siguiente tabla se resumen las interacciones que se realizaron, para poder obtener el resultado esperado:

Tabla 33						
<i>Interacciones para cálculo de altura de flujo (h)</i>						
KNEC	h [m]	Θ [°]	W [m ²]	X [m]	R [m]	KCAL
0,1081	0,010	42,08	0,000723	0,1102	0,006563	0,002304
0,1081	0,020	59,85	0,002024	0,1567	0,012915	0,010128
0,1081	0,040	85,67	0,005603	0,2243	0,024982	0,043527
0,1081	0,050	96,38	0,007744	0,2523	0,030690	0,069006
0,1081	0,055	101,41	0,008883	0,2655	0,033461	0,083859
0,1081	0,060	106,26	0,010064	0,2782	0,036177	0,100079
0,1081	0,065	110,96	0,011282	0,2905	0,038837	0,117627

Nota. Software DISALC 1.0, 2016
Elaborado por: Andrés Vaca

La altura de flujo es de **6.5 cm** para el tramo de análisis, para este proceso repetitivo y monótono, se realizó una aplicación de Excel y Visual Basic, que me permite obtener el resultado de manera exacta y sin pérdida de tiempo, el código fuente se encuentra en el anexo 8.

Relación de Llenado:

$$\frac{h}{D} < 0.8$$

$$\frac{0.065}{0.30} < 0.8$$

$$0.22 < 0.8 \quad \therefore \text{O.K}$$

Velocidad Media:

$$V_m = \frac{Q}{W}$$

$$V_m = \frac{47.72}{0.011282}$$

$$V_m = 4.23 \text{ [m/s]}$$

$$V_m < 7.5 \text{ [m/s]}$$

$$4.23 < 7.5 \quad \therefore \text{O.K}$$

4.1.6 Diseño Alcantarillado Combinado. (Segunda Alternativa)

El diseño de un alcantarillado combinado, se puede determinar mediante la suma de los caudales tanto como pluvial y sanitario, pero considerando los parámetros comunes entre los sistemas, y también se debe tomar en cuenta parámetros característicos de los sistemas combinados.

En base al análisis realizado a la zona y la topografía, el 100% del caudal combinado se descargara en la red existente en la calle Napo (vía principal de acceso al Barrio Miranda Alto).

Por lo que al final del diseño se verifico que el diámetro de tubería de la red principal soporta el caudal adicional de la ampliación del sistema.

4.1.6.1 Criterios y parámetros básicos para sistemas combinados.

En los sistemas independientes tanto como para diseño sanitario y pluvial, se analizaron parámetros hidráulicos e hidrológicos, los mismos que están regidos por

las normas para alcantarillados (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EPMAPS, 2009), estos se resumen en la siguiente tabla:

Parámetros	
Hidrológicos	Hidráulicos
Áreas de drenaje	Calculo de caudales
Curvas I-D-F	Diámetro interno mínimo
Coefficiente de escorrentía	Velocidad máxima
Tiempo de concentración	Velocidad mínima
	Pendiente máxima
	Pendiente mínima
	Profundidad hidráulica máxima

Nota. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados EPMAPS, 2009
Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.6.2 Diseño del sistema combinado.

Para el diseño del sistema combinado, se tomara los dos caudales obtenidos en los sistemas independientes tanto el sanitario, como el pluvial y se lo sumara para obtener el caudal de diseño, con el cual se procederá a realizar el dimensionamiento hidráulico, haciendo cumplir con los parámetros ya mencionado las cuales se rigen a las normativas de alcantarillado de la EPMAPS, 2009.

En el anexo 12 se evidencia los diseños combinados definitivos con diámetros y parámetros importantes para tener la certeza de que el diseño está cumpliendo con las bases normativas desarrolladas por la EPMAPS, 2009.

4.1.7 Comparación de alternativas y selección de la mejor opción

Una vez realizado el diseño, para cada alternativa descrita, se compara los aspectos técnicos y económicos para determinar la mejor opción para el proyecto:

4.1.7.1 Comparación técnica.

- a) La cantidad de tubería se duplicaría, en caso de realizarse el alcantarillado de manera independiente, por lo que representaría un incremento en el presupuesto.
- b) El espacio físico para la implantación, de una doble tubería, para recolectar los sistemas independientes de aguas lluvias y residuales, no es la apropiada por lo que es técnicamente complicado realizar dicho trabajo.
- c) Existen dos descargas producto de la ampliación del sistema de alcantarillado, y estas descargas serán a la red principal existente en la calle Napo con tuberías que oscilan de 400 a 750mm de diámetro, constructivamente se complicaría si se realiza un alcantarillado de sistemas individuales, por su implantación y conexión a la red existente.

En el DMQ no se recomienda la construcción de sistemas independientes porque el costo de construcción del proyecto es muy elevado.

4.1.7.2 Comparación económica.

Se calculó de manera general los rubros más representativos del diseño, con sus respectivos volúmenes de obra con lo cual se determina el valor del precio unitario estos valores no incluyen el IVA, la siguiente tabla muestra el rubro representativo y con su respectivo precio unitario; el formato, la determinación de los rubros están en concordancia a la base de datos de precios unitarios de la EPMAPS, noviembre 2016:

Tabla 35

Tabla de comparación económica entre alternativas

Rubro	U	P. Unit.	Sis. Individual		Sis. Combinado	
			Cant.	Total	Cant.	Total
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST)	m	\$ 27,31	12707,41	\$ 347.039,37	5149,38	\$ 140.629,57
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST)	m	\$ 45,92	1202,21	\$ 55.205,48	1202,21	\$ 55.205,48
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST)	m	\$ 71,63	139,66	\$ 10.003,85	139,66	\$ 10.003,85
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 600MM (MAT.TRAN.INST)	m	\$ 84,25	215,20	\$ 18.130,60	215,20	\$ 18.130,60
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 700MM (MAT.TRAN.INST)	m	\$ 108,50	156,34	\$ 16.962,89	156,34	\$ 16.962,89
TUBERIA PVC UE ALCANTARILLADO D.N.I. 750MM (MAT.TRAN.INST)	m	\$ 120,76	579,33	\$ 69.959,89	579,33	\$ 69.959,89
EXCAVACION A MAQUINA CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	m3	\$ 1,86	41776,65	\$ 77.704,58	22309,35	\$ 41.495,40
RASANTEO DE ZANJA A MANO	m2	\$ 1,20	12718,54	\$ 15.262,25	6633,64	\$ 7.960,37
Rubro	U	P. Unit.	Cant.	Total	Cant.	Total
RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m3	\$ 4,18	40298,72	\$ 168.448,65	21369,06	\$ 89.322,69
POZO REVISION H=1.26-1.75M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 511,69	12,00	\$ 6.140,28	6,00	\$ 3.070,14
POZO REVISION H=1.76-2.25M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 582,32	108,00	\$ 62.890,56	54,00	\$ 31.445,28
POZO REVISION H=2.26-2.75M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 637,54	42,00	\$ 26.776,68	20,00	\$ 13.388,34
POZO REVISION H=2.76-3.25M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 708,10	58,00	\$ 41.069,80	26,00	\$ 20.534,90
POZO REVISION H=3.26-3.75M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 772,21	14,00	\$ 10.810,94	7,00	\$ 5.405,47
POZO REVISION H=3.76-4.25M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 841,78	12,00	\$ 10.101,36	5,00	\$ 5.050,68
POZO REVISION H=4.26-4.75M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 910,06	8,00	\$ 7.280,48	1,00	\$ 3.640,24
POZO REVISION H=4.76-5.25M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 979,62	16,00	\$ 15.673,92	3,00	\$ 7.836,96
POZO REVISION H=5.26-5.75M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 1.043,66	4,00	\$ 4.174,64	1,00	\$ 2.087,32
POZO REVISION H=6.26-6.75M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 1.170,51	8,00	\$ 9.364,08	1,00	\$ 4.682,04
POZO REVISION H=7.76-8.25M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 1.366,88	22,00	\$ 30.071,36	1,00	\$ 15.035,68
POZO REVISION H=8.26-10.75M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 2.045,29	8,00	\$ 16.362,32	1,00	\$ 8.181,16
POZO REVISION H=10.76-13.25M(inclu.tapa y cerco)	u	\$ 2.314,77	10,00	\$ 23.147,70	5,00	\$ 11.573,85
Σ=				\$ 971.398,15		\$ 546.011,04

Nota. Tabla de Rubros de la EPMAPS, 2016
Elaborado por: Andrés Vaca

De la tabla se analiza que los sistemas de alcantarillados independientes son mucho más costosos en un **56.21%**, que la alternativa de sistema de alcantarillado

combinado, naturalmente recayendo el sobreprecio por la doble instalación de tubería.

4.1.7.3 Selección de la mejor alternativa.

Al final se determinó que el sistema de alcantarillado combinado es la mejor alternativa, ya que su costo es menor, el tiempo de ejecución de la obra es mucho menor y la puesta en operación del sistema es mucho más eficiente.

En consecuencia los perfiles de la red de alcantarillado combinado se realizaron en base a la normativa de dibujo requerida por la EPMAPS, en el anexo 14 se muestran los perfiles hidráulicos definitivos.

4.1.8 Temas complementarios de la alternativa seleccionada

Una vez elegido el sistema alcantarillado combinado se trata varios temas para complementar el diseño, los mismos que son: parámetros de diseño estructural y diseño de sumideros y cunetas.

4.1.8.2 Parámetros de diseño estructural.

La implantación de las estructuras calculadas consta en los planos respectivos; dichas estructuras son: pozos de inspección y diseño estructural de la tubería instalada.

4.1.8.2.1 Pozos de inspección.

En base de un análisis con técnicos y apoyo de experimentados ingenieros de la EPMAPS, se concluyó que en las estructuras tipo pozos de revisión se utiliza armadura mínima de 12mm por seguridad en la losa superior, ya que el principal elemento de este tipo de estructuras es el hormigón y dependerá mucho de la metodología apropiada en la etapa constructiva.

4.1.8.2.2 Cálculo estructural de las tuberías.

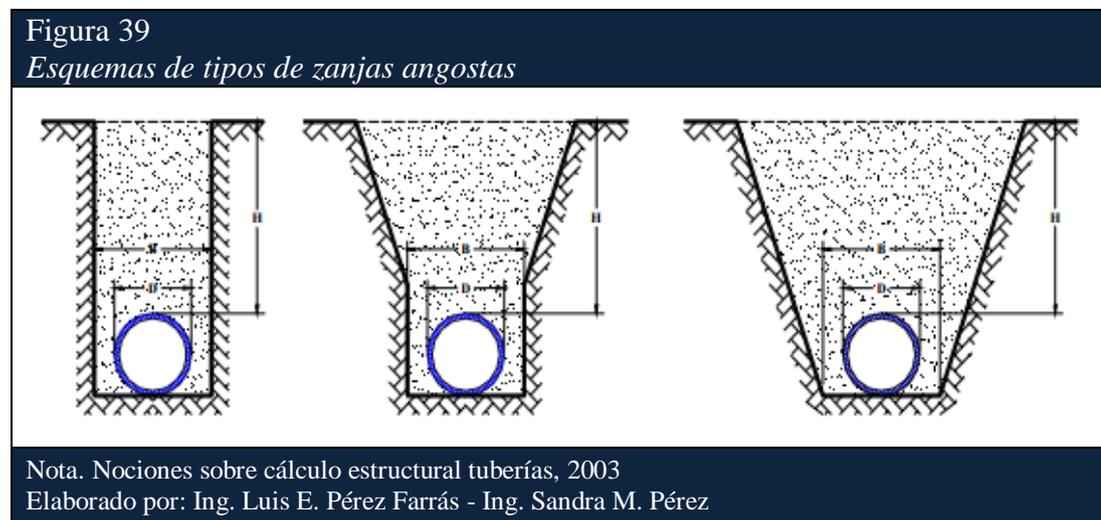
Una tubería es instalada bajo de la tierra, por lo que quedan expuestas a solicitaciones que pueden afectar el comportamiento mecánico del elemento, dichas solicitaciones son directamente relacionadas con el tipo de zanja realizada, tipo de cargas a la que estará expuesto el elemento y el tipo de suelo obtenido en base al estudio de suelo.

Por lo tanto se deberá calcular la deflexión en tuberías por efecto de las solicitaciones por relleno y carga viva, utilizando la teoría y fórmulas de M.Spangler.

En caso de la tubería PVC, es del tipo flexible por lo que parte de la carga es absorbida por el tubo transmitiendo la carga restante al terreno que se encuentra a su alrededor.

a.) Carga vertical de relleno

Para el ancho de la zanja se tomara en cuenta la recomendación de las especificaciones técnicas de la EPMAPS, para excavaciones que contempla 50 cm más el diámetro exterior de la tubería, lo que nos dará como resultado el tipo zanja angosta ya que su ancho “B” es relativamente pequeño frente al diámetro de la tubería “D”, mucho tiene que ver el tipo de suelo en el que se implante el proyecto.



La ecuación que se utilizara para determinar la carga vertical por metro lineal de tubería enterrada es la siguiente y se la tomo de las (Nociones sobre cálculo estructural tuberías, 2003, pág. 19):

Ecuación 18. Determinación de carga vertical:

$$q_r = C_z \cdot Y_r \cdot b \cdot D \left[\frac{kN}{m} \right]$$

Dónde:

q_r = carga vertical de relleno [kg/m]

C_z = coeficiente de Marston para instalación en zanja (adimensional)

γ_r = peso específico del relleno [kg/m³]

h_r = altura de relleno [m]

D = diámetro exterior de tubería [m]

La ecuación que se utilizara para el cálculo del coeficiente de Marston se la tomo de las (Nociones sobre cálculo estructural tuberías, 2003, pág. 21.)

Ecuación 19. Determinación del coeficiente de Marston es la siguiente:

$$C_z = \frac{1 - e^{-2k\mu\frac{hr}{b}}}{2k\mu\frac{hr}{b}}$$

Dónde:

$k = \text{tg}^2(45 - \frac{\theta}{2})$ coeficiente de Rankine (presión activa)

$\mu = \text{tg}\theta$, coeficiente de rozamiento

e = espesor de la tubería [cm]

h_r = altura de relleno [m]

b = ancho de la zanja en clave de la tubería [m]

b.) Carga Viva

Esta se calculara utilizando las normas de la American Water Works Association (AWWA, 1997), las mismas que se aplican en las bases de diseño de la EPMAPS, en la cual asume que la carga por movimiento vehicular, es una carga uniformemente repartida sobre la tubería, y esta será calculada en base a la siguiente ecuación:

Ecuación 20. Cálculo de carga viva:

$$W_e = C_s \cdot \frac{P_c \cdot F}{L}$$

Dónde:

W_e = carga viva [kg/m de tubería]

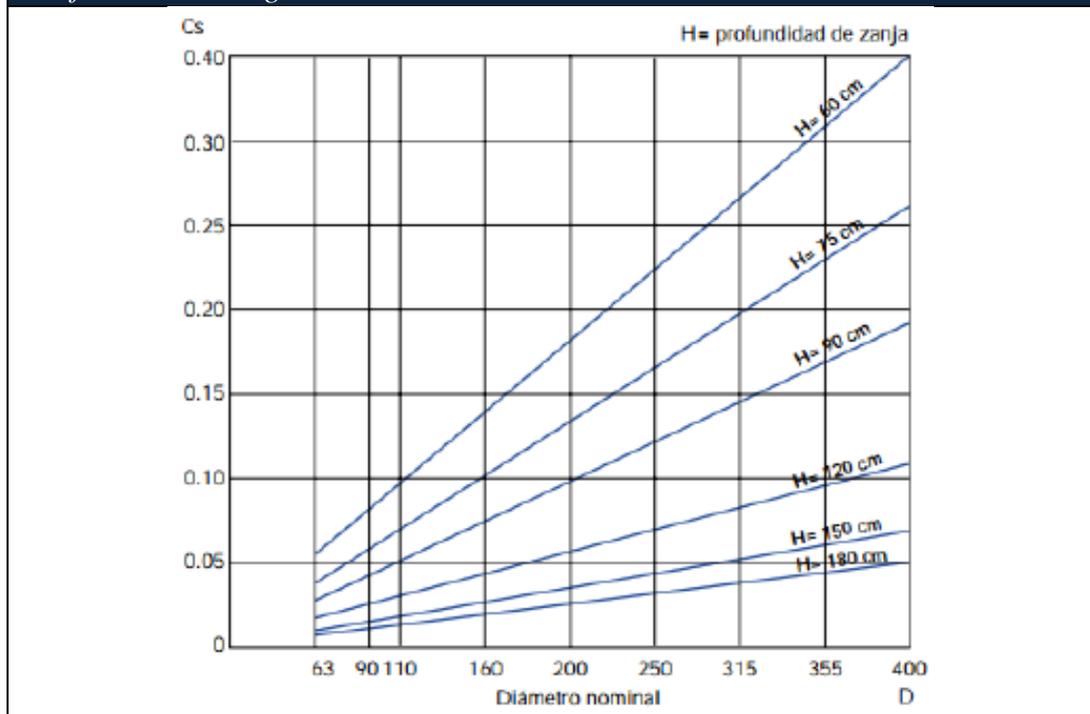
C_s = coeficiente de carga en función del diámetro del tubo

P_c = carga concentrada constante igual a 4550 kg (1 rueda).

F = factor de impacto que para vías se emplea 1.5

L = longitud efectiva del tubo donde ocurre la carga [0.9 m según AWWA]

Figura 40
Coeficiente de Carga



Nota. Normas de la American Water Works Association (AWWA, 1997)
Elaborado por: AWWA

c.) Estimación de la deflexión en tuberías PVC.

La deformación admisible para cualquier diámetro no deberá superar el 5% del diámetro original de la tubería sin cargas.

La fórmula que se utilizara para calcular la deflexión es la de Spangler-Iowa, la misma que considera cargas, propiedades de la tubería y del suelo; su ecuación es la siguiente (Nociones sobre cálculo estructural tuberías, 2003, pág. 42):

Ecuación 21. Deflexión en tubería de Spangler-Iowa:

$$\Delta_x = \frac{K(De \cdot W_c + W_e)}{\frac{E \cdot I}{r^3} + 0.061 \cdot E'} \quad [cm]$$

Dónde:

Δ_x = máxima deformación transversal [cm]

De = factor de deformación de largo plazo, igual a 1.5 para todo tipo de suelo.

K = constante de encamado, para PVC según AWWA igual a 0.10

Wc = qr = carga de relleno [kg/m]

We = carga viva sobre la tubería en [kg/cm]

r = (D-e)/2, radio promedio del tubo

E = módulo de elasticidad del PVC [kg/cm²], 28,10 [Kg/cm²]

I = momento de inercia de la pared del tubo por metro de longitud,

I = e³/12 [cm⁴/cm], donde 'e' es el espesor del tubo.

E' = módulo de elasticidad del suelo, para el proyecto se estima 67.30 [Kg/cm²], en base al ensayo SPT de la sección 4.1.2.5.

En la siguiente las tablas se tienen los datos para el análisis y el resumen de deflexiones obtenidos para cada tramo de análisis del diseño:

Tabla 36

Tabla cuadro resumen de deformaciones en tuberías

POZO		BASE O DIAMETRO m	qr (We) [Kg/m]	We [Kg/m]	Δx [cm]	% Δx
ENTRADA	LLEGADA					
P131A	P131B	0,30	8601,74	25,38	0,01192	0,0397
P131B	P130A	0,30	13878,86	34,06	0,01923	0,0641
P130A	P129A	0,30	11609,53	27,46	0,01609	0,0536
P129A	P128A	0,30	11609,53	35,34	0,01610	0,0537
P128A	P127A	0,30	13878,86	43,13	0,01924	0,0641
P127A	P126A	0,30	13878,86	38,60	0,01924	0,0641
P126A	P125A	0,30	13878,86	27,73	0,01923	0,0641
P125A	P124A	0,40	21095,48	32,41	0,04930	0,1232
P124A	P123A	0,40	18411,68	43,31	0,04305	0,1076
P123A	P122A	0,40	18411,68	52,08	0,04306	0,1077
P122A	P121A	0,40	17281,27	50,05	0,04042	0,1010
P121A	P120A	0,40	14335,69	86,00	0,03360	0,0840
P120A	P1A	0,40	14931,45	239,64	0,03523	0,0881
F1	P1A	0,30	9761,03	66,81	0,01357	0,0452
P1A	F2	0,40	14529,40	97,11	0,03407	0,0852
F2	F3	0,40	14240,60	36,95	0,03330	0,0833
F3	P8	0,40	15685,50	56,91	0,03671	0,0918
P8	E11	0,40	15246,44	34,55	0,03565	0,0891
E9	E10	0,40	23125,75	33,34	0,05404	0,1351
E10	E11	0,40	18562,00	45,88	0,04340	0,1085
E11	E12	0,40	12264,20	20,15	0,02866	0,0717
E12	E13	0,40	13434,24	30,00	0,03141	0,0785

POZO		BASE O DIAMETRO m	qr (We) [Kg/m]	We [Kg/m]	Δx [cm]	% Δx
ENTRADA	LLEGADA					
P49	P50	0,30	11609,53	25,67	0,01609	0,0536
P50	P51	0,30	9907,19	29,31	0,01373	0,0458
P51	P52	0,30	9213,01	17,61	0,01276	0,0425
P52	P52A	0,30	9907,19	38,98	0,01374	0,0458
P52A	P53	0,30	12659,73	28,57	0,01754	0,0585
P53	P54	0,30	13878,86	29,29	0,01923	0,0641
P54	P55B	0,30	13878,86	20,87	0,01922	0,0641
P55B	P55	0,30	14421,46	20,54	0,01997	0,0666
P55	P56	0,30	9479,93	14,28	0,01313	0,0438
P56	P57	0,30	7579,50	73,15	0,01055	0,0352
P57	P58	0,30	10699,74	39,85	0,01484	0,0495
P58	P59	0,30	13878,86	16,78	0,01922	0,0641
P59	P60	0,30	8060,73	37,56	0,01119	0,0373
P60	P61	0,30	9213,01	34,43	0,01278	0,0426
P61	P72	0,40	16510,63	48,72	0,03862	0,0965
P72	P71	0,40	13102,42	70,48	0,03070	0,0767
P71	P70	0,40	17973,09	64,51	0,04206	0,1051
P70	P67	0,40	16510,63	45,49	0,03861	0,0965
P67	P66	0,40	21095,48	30,40	0,04929	0,1232
P66	P65	0,40	14335,69	26,36	0,03351	0,0838
P65	P64	0,40	28278,37	86,70	0,06615	0,1654
P69	P68	0,30	16973,52	19,94	0,02350	0,0783
P68	P67	0,30	12659,73	26,13	0,01754	0,0585
P62	P63	0,30	9907,19	36,12	0,01374	0,0458
P63	P64	0,30	12659,73	37,72	0,01755	0,0585
P49	P48	0,30	11609,53	20,89	0,01608	0,0536
P48	P41	0,30	7579,50	24,07	0,01051	0,0350
P47	P46	0,30	15302,21	22,43	0,02119	0,0706
P46	P45	0,30	18117,46	21,77	0,02509	0,0836
P45	P44	0,30	18117,46	68,28	0,02513	0,0838
P44	P43	0,30	16973,52	19,84	0,02350	0,0783
P43	P42	0,30	16973,52	19,24	0,02350	0,0783
P42	P41	0,30	9213,01	24,74	0,01277	0,0426
P41	P40	0,30	7579,50	59,66	0,01054	0,0351
P40	P39	0,30	5813,24	33,07	0,00807	0,0269
P39	P38	0,30	10699,74	39,75	0,01484	0,0495
P38	P37	0,30	6763,29	28,30	0,00938	0,0313
P37	P34	0,30	5092,36	33,75	0,00708	0,0236

POZO		BASE O DIAMETRO m	qr (We) [Kg/m]	We [Kg/m]	Δx [cm]	% Δx
ENTRADA	LLEGADA					
P34	P33	0,30	6415,10	42,97	0,00892	0,0297
P33	P32	0,30	9213,01	52,83	0,01280	0,0427
P32	P31	0,30	9213,01	52,18	0,01280	0,0427
P31	P19B	0,30	9213,01	26,82	0,01277	0,0426
P19B	P19A	0,40	29526,46	31,63	0,06898	0,1724
P19A	P19	0,40	29526,46	38,80	0,06899	0,1725
P19	P18	0,50	40350,90	143,68	0,09442	0,1888
P18	P17	0,50	31903,91	95,19	0,07463	0,1493
P17	P16	0,50	24557,05	117,93	0,05751	0,1150
P16	P10	0,50	20551,36	47,13	0,04805	0,0961
P36	P35	0,30	11609,53	33,71	0,01609	0,0536
P35	P34	0,30	15302,21	73,90	0,02124	0,0708
P34	P87	0,30	12659,73	30,09	0,01754	0,0585
P87	P86	0,30	10699,74	20,77	0,01482	0,0494
P86	P85	0,30	11609,53	19,59	0,01608	0,0536
P85	P84	0,30	13125,30	30,26	0,01819	0,0606
P84	P81	0,30	15938,19	15,92	0,02207	0,0736
P81	P81A	0,30	12659,73	39,09	0,01755	0,0585
P81A	P78	0,30	9907,19	123,08	0,01382	0,0461
P75	P76	0,30	16973,52	27,07	0,02351	0,0784
P76	P77	0,30	11609,53	94,01	0,01615	0,0538
P77	P78	0,30	6099,83	18,39	0,00846	0,0282
P54	P83	0,30	15302,21	24,57	0,02120	0,0707
P83	P80	0,30	6415,10	28,53	0,00890	0,0297
P80	P79	0,30	6415,10	35,62	0,00891	0,0297
P79	P78	0,30	5092,36	26,39	0,00707	0,0236
P78	P82	0,40	11272,25	90,37	0,02645	0,0661
P82	P88	0,40	9089,40	23,61	0,02126	0,0531
P88	P89	0,40	18117,26	30,06	0,04234	0,1059
P89	P90	0,40	21095,48	54,99	0,04933	0,1233
P75	P74	0,30	15302,21	58,76	0,02123	0,0708
P74	P73	0,30	11609,53	25,32	0,01609	0,0536
P73	P70	0,30	9907,19	27,86	0,01373	0,0458
P103	P104	0,30	5092,36	54,00	0,00710	0,0237
P104	P105	0,30	5092,36	49,91	0,00709	0,0236
P105	P106	0,30	5092,36	46,43	0,00709	0,0236
P106	P107	0,30	5092,36	45,74	0,00709	0,0236
P107	P108	0,30	5092,36	40,84	0,00708	0,0236

POZO		BASE O DIAMETRO m	qr (We) [Kg/m]	We [Kg/m]	Δx [cm]	% Δx
ENTRADA	LLEGADA					
P108	P109	0,30	6415,10	48,58	0,00892	0,0297
P109	P110	0,30	9213,01	15,12	0,01276	0,0425
P110	P29	0,30	9213,01	59,48	0,01280	0,0427
P29	P27	0,30	11609,53	30,85	0,01609	0,0536
P27	P26	0,30	15302,21	37,98	0,02121	0,0707
P26	P24	0,30	13878,86	38,46	0,01924	0,0641
P25	P24	0,30	13878,86	37,95	0,01924	0,0641
P31	P30	0,30	16973,52	22,69	0,02351	0,0784
P30	P27	0,30	15302,21	38,33	0,02121	0,0707
P24	P22	0,30	13878,86	24,63	0,01923	0,0641
P22	P21	0,40	30182,68	39,16	0,07052	0,1763
P21	P20	0,40	31563,92	43,24	0,07375	0,1844
P20	P19	0,40	29526,46	86,48	0,06906	0,1727
P23	P22	0,30	18117,46	17,53	0,02508	0,0836
P96	P95	0,30	7579,50	28,64	0,01051	0,0350
P95	P94	0,30	10699,74	29,45	0,01483	0,0494
P94	P93	0,30	16973,52	43,10	0,02352	0,0784
P93	P10	0,30	10699,74	23,90	0,01483	0,0494
P10	P9	0,50	24023,38	250,23	0,05647	0,1129
P91	P92	0,30	12659,73	30,74	0,01754	0,0585
P92	P93	0,30	16973,52	28,54	0,02351	0,0784
P91	P89	0,30	9907,19	53,87	0,01376	0,0459
A75	P102	0,30	13125,30	17,26	0,01818	0,0606
C44	P8C	0,30	11807,51	26,61	0,01636	0,0545
P8C	P7D	0,30	8060,73	16,93	0,01117	0,0372
C44	P7A	0,30	10057,28	14,96	0,01393	0,0464
D24	P7C	0,30	12011,30	22,47	0,01664	0,0555
P7C	P7B	0,30	13125,30	24,34	0,01818	0,0606
P7B	P7A	0,30	10699,74	17,70	0,01482	0,0494
P7A	P7	0,30	7013,53	29,01	0,00973	0,0324
P7	P12	0,30	6935,86	17,91	0,00961	0,0320
P7	P6	0,30	15615,06	18,19	0,02162	0,0721
P6	P8	0,70	70288,56	246,17	0,28074	0,4011
P1	P2	0,30	13878,86	19,59	0,01922	0,0641
P2	P3	0,30	18117,46	24,38	0,02509	0,0836
P3	P4	0,30	14999,24	18,87	0,02077	0,0692
P4	P5	0,30	14145,93	86,94	0,01965	0,0655
P64	P64A	0,60	50230,89	225,43	0,15880	0,2647

POZO		BASE O DIAMETRO m	qr (We) [Kg/m]	We [Kg/m]	Δx [cm]	% Δx
ENTRADA	LLEGADA					
P64A	P64B	0,60	46979,05	68,00	0,14822	0,2470
P64B	P64C	0,60	52203,79	60,38	0,16467	0,2744
P64C	P64D	0,60	54308,04	61,64	0,17130	0,2855
P64D	P64E	0,60	53238,82	58,47	0,16793	0,2799
P64E	P90	0,60	59080,22	102,06	0,18643	0,3107
P90	P5	0,70	87886,74	59,32	0,35037	0,5005
P5	P6	0,70	79915,60	46,71	0,31858	0,4551
P8	P9	0,70	64112,01	66,94	0,25566	0,3652
P9	P11	0,75	70208,74	85,31	0,27864	0,3715
P11	P12	0,75	63579,01	58,38	0,25228	0,3364
P12	P13	0,75	53568,77	98,77	0,21269	0,2836
P13	P7D	0,75	39937,99	43,25	0,15849	0,2113
P7D	P98	0,75	30505,39	87,22	0,12120	0,1616
P98	P99	0,75	25593,95	44,48	0,10161	0,1355
P102	P101	0,30	11990,65	46,46	0,01663	0,0554
P101	P100	0,30	10057,28	51,09	0,01396	0,0465
P100	P99	0,30	7969,97	38,70	0,01106	0,0369
P99	B62	0,75	18998,28	46,40	0,07546	0,1006
B62	B61	0,75	15655,34	64,85	0,06225	0,0830
B61	B60	0,75	15998,65	44,92	0,06356	0,0847
B60	B59	0,75	17085,19	45,74	0,06787	0,0905
B59	B59'	0,75	16176,02	46,28	0,06427	0,0857
B59'	B58	0,75	16211,96	74,29	0,06448	0,0860
C42	C41	0,30	11048,40	23,14	0,01531	0,0510
C42	C43	0,30	11230,17	35,00	0,01557	0,0519
C43	C44	0,30	10699,74	17,80	0,01482	0,0494
C44	P51	0,30	10057,28	27,41	0,01394	0,0465
P51	B60	0,30	4430,43	32,50	0,00616	0,0205

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.8.3 Diseño de sumideros.

Los sumideros son las estructuras encargadas de recoger el agua que fluye por las cunetas de las vías con el mínimo de interferencia para el tráfico vehicular y peatonal, evitando se introduzca a la red de alcantarillado combinado materiales de arrastre (basuras y escombros).

Hay varios tipos de sumideros, pero los más comunes son los horizontales o verticales, de estos los horizontales se pueden colocar al costado de la vía o transversalmente a la vía, los verticales son aquellos que abren una pared a la altura del bordillo (comúnmente conocidos como sumideros de ventana), se recomienda en un proyecto utilizar un mismo tipo de sumideros a fin de reducir costos de implantación de sumideros.

4.1.8.3.1 Ubicación de los sumideros.

Las dimensiones del sumidero para el proyecto son del tipo estándar acorde a las utilizadas en la EPMAPS, es aquella que posee rejilla de hierro fundido.

Existe una serie de reglas y criterios para determinar la correcta ubicación de los sumideros, las principales y más importantes son las siguientes:

1. Ubicar los sumideros en puntos bajos y depresiones.
2. En sitios donde se origine pendientes longitudinales en las calles.
3. Colocar previamente al inicio de una estructura tipo puentes o terraplenes.
4. Antes intersecciones entre calles (esquinas) o de pasos de peatones.
5. Ubicar en vías de longitud considerable y cuando el escurrimiento puede sobrepasar la capacidad de la cuneta se instala un sumidero intermedio
6. Examinar el diseño geométrico de las calles, en lo que respecta al corte transversal, para tomar decisiones con la ubicación de sumideros, ya que puede ser que se los coloque a los dos lados o en un solo lado de la calle.
7. En las intersecciones de calles y en especial cuando se deba impedirse el flujo transversal, pueden crearse pequeñas depresiones para garantizar la completa captación de las aguas.
8. Se evitará la construcción de sumideros donde interfiera con otros servicios públicos.

Tomando en cuenta las reglas para la ubicación de sumideros hay que tener presente la conexión directa, de estos, hacia la red de alcantarillado combinada diseñada, se ubicarán los pozos en las calles del área de intervención, para después calcular la capacidad hidráulica de escurrimiento.

4.1.8.3.2 Determinación de los caudales pluviales.

El caudal pluvial máximo se calculara utilizando el método racional, el cual toma en cuenta en uno de sus factores para el cálculo del caudal, el área de aporte por cada calle y este finalmente se utilizara como criterio para el aumento de sumideros.

En el método racional en su ecuación toma en cuenta la intensidad de las lluvias, el escurrimiento con su respectivo coeficiente, el periodo de retorno y el tiempo de concentración que es constante e igual a 12 minutos, en la consecutiva tabla se indica los valores calculados:

N#	CALLE	Área (Ha)	tc (min)	Coef. Escorr	Tr (años)	I (mm/h)	Caudal Pluvial [m3/s]	N# Sumideros
1	Rio Pilaton	3,98	12	0,3	5	77,65	0,2575	24
2	Rio Napo	4,90	12	0,3	5	77,89	0,3180	32
3	S/N	0,55	12	0,3	5	77,65	0,0353	6
4	Calle A	0,56	12	0,3	5	78,02	0,0362	6
5	Calle C	4,06	12	0,3	5	77,86	0,2637	32
6	Calle D	0,20	12	0,3	5	77,74	0,0132	4
7	Calle F	3,57	12	0,3	5	78,02	0,2321	26
8	Calle E	2,80	12	0,3	5	77,62	0,1810	16
9	Calle F quebrada	1,41	12	0,3	5	77,86	0,0916	12
10	Calle EZ	0,46	12	0,3	5	78,02	0,0299	6
11	Calle G	0,94	12	0,3	5	77,86	0,0610	12
12	Calle H	0,23	12	0,3	5	78,02	0,0147	4
13	Pasaje D	1,34	12	0,3	5	77,68	0,0865	10
14	S/N Z	0,50	12	0,3	5	78,02	0,0327	8
15	Rio Malacatos	0,57	12	0,3	5	78,02	0,0373	2

N#	CALLE	Área (Ha)	tc (min)	Coef. Escorr	Tr (años)	I (mm/h)	Caudal Pluvial [m3/s]	N# Sumideros
16	Rio Cachavi	0,28	12	0,3	5	78,02	0,0179	2
17	Rio Chambo	1,39	12	0,3	5	77,58	0,0897	16
18	Rio Chanchan	0,35	12	0,3	5	77,49	0,0223	4
19	Rio Blanco	1,77	12	0,3	5	77,89	0,1150	10
20	Rio Putumayo	2,23	12	0,3	5	77,77	0,1443	12
21	Rio Paute	1,62	12	0,3	5	77,46	0,1046	14

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.8.3.3 Estimación de los caudales de aproximación.

La capacidad de un sumidero, estará directamente relacionada con la cuneta aguas arriba; las cuentas dependen de la pendiente, su forma y la rugosidad.

Se identifica como un canal abierto de sección triangular siempre y cuando se conozcan las pendientes transversales y longitudinales de la calle, y la capacidad hidráulica puede estimar con la siguiente ecuación tomada de (Chow Ven Te, 1994):

Ecuación 22. Ecuación de Izzard

$$Q_o = 0.375 \cdot \left[\frac{Z}{n} \right] \cdot \sqrt{I} \cdot Y_o^{8/3} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Dónde:

Q_o = caudal en la cuneta triangular [m³/s]

I = pendiente longitudinal [m/m]

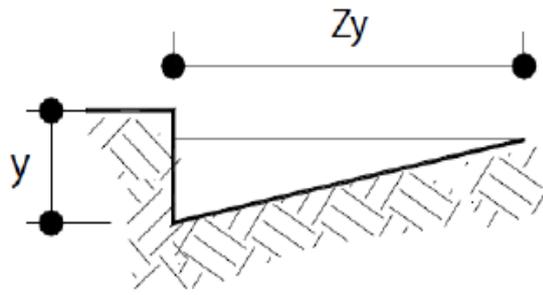
Z = inverso de la pendiente transversal [m/m]

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Y_o = profundidad de flujo [m]

En la zona del proyecto actualmente las calles son de tierra y empedradas, las mismas que se esperan se realice la pavimentación de la capa de rodadura con un asfalto flexible por lo que el coeficiente de rugosidad es igual $n = 0.021$ para todos los casos de análisis.

Figura 41
Esquema de las cunetas triangulares



Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

Además es necesario determinar las particularidades de cada vía del proyecto, las cuales se resume en la tabla siguiente tomando en cuenta la pendiente transversal, pendiente longitudinal y el ancho de inundación que como restricción en lo posible no debe superar los 2.5m.

N#	CALLE	DE	AL	(Ha)	% Caudal Pluvial	Caudal Pluvia I [m3/s]	n	Sx	I (mm/h)	Yo (m)	T (m)
1	Rio Pilaton	P49	P50	0,23	5,73%	0,015	0,021	0,025	77,65	0,02	0,73
2		P50	P51	0,20	5,05%	0,013	0,021	0,025	77,68	0,02	0,70
3		P51	P52	0,34	8,54%	0,022	0,021	0,025	77,49	0,02	0,85
4		P52	P52 A	0,16	3,97%	0,010	0,021	0,025	77,77	0,02	0,64
5		P52 A	P53	0,22	5,60%	0,014	0,021	0,025	77,68	0,02	0,73
6		P53	P54	0,22	5,43%	0,014	0,021	0,025	77,68	0,02	0,72
7		P54	P55 B	0,38	9,57%	0,025	0,021	0,025	77,55	0,02	0,89
8		P55 B	P55	0,55	13,74%	0,035	0,021	0,025	77,55	0,03	1,02
9		P55	P56	0,80	20,03%	0,051	0,021	0,025	77,37	0,03	1,17
10		P44	P43	0,29	7,26%	0,019	0,021	0,025	77,52	0,02	0,80
11		P43	P42	0,30	7,44%	0,019	0,021	0,025	77,52	0,02	0,81
12		P42	P41	0,30	7,64%	0,020	0,021	0,025	77,65	0,02	0,82
				3,98	100,00%						
13	Rio Napo	P56	P57	0,31	6,39%	0,020	0,021	0,025	77,89	0,02	0,83
14		P57	P58	0,78	15,88%	0,050	0,021	0,025	77,77	0,03	1,16

N#	CALLE	DE	AL	(Ha)	% Caudal Pluvial	Caudal Pluvial [m3/s]	n	Sx	I (mm/h)	Yo (m)	T (m)
15		P58	P59	0,71	14,49%	0,046	0,021	0,025	77,46	0,03	1,12
16		P59	P60	0,26	5,21%	0,017	0,021	0,025	77,77	0,02	0,77
17		P60	P61	0,32	6,51%	0,021	0,021	0,025	77,74	0,02	0,83
18		P61	P72	0,17	3,45%	0,011	0,021	0,025	77,77	0,02	0,66
19		P72	P71	0,185	3,78%	0,012	0,021	0,025	77,83	0,02	0,68
20	Rio Napo	P71	P70	0,24	4,80%	0,015	0,021	0,025	77,83	0,02	0,74
21		P70	P67	0,19	3,90%	0,012	0,021	0,025	77,74	0,02	0,69
22		P67	P66	0,29	5,90%	0,019	0,021	0,025	77,62	0,02	0,80
23		P66	P65	0,36	7,37%	0,023	0,021	0,025	77,55	0,02	0,87
24		P65	P64	0,23	4,74%	0,015	0,021	0,025	77,86	0,02	0,74
25		P62	P63	0,222	4,53%	0,014	0,021	0,025	78,02	0,02	0,73
26		P63	P64	0,209	4,27%	0,014	0,021	0,025	77,77	0,02	0,71
27		P62	P63	0,22	4,53%	0,014	0,021	0,025	78,02	0,02	0,73
28		P63	P64	0,21	4,27%	0,014	0,021	0,025	77,77	0,02	0,71
29	S/N			4,90	100,00%						
30		P69	P68	0,31	56,70%	0,020	0,021	0,025	77,55	0,02	0,82
				0,55	100,00%						
31	Calle A	P47	P46	0,26	46,50%	0,017	0,021	0,025	78,02	0,02	0,77
32		P46	P45	0,26	46,86%	0,017	0,021	0,025	77,58	0,02	0,77
33		P45	P44	0,04	6,64%	0,002	0,021	0,025	77,86	0,01	0,37
				0,56	100,00%						
34	Calle C	P41	P40	0,25	6,05%	0,016	0,021	0,025	77,86	0,02	0,76
35		P40	P39	0,40	9,82%	0,026	0,021	0,025	77,74	0,02	0,91
36		P39	P38	0,38	9,35%	0,025	0,021	0,025	77,77	0,02	0,89
37	Calle C	P38	P37	0,59	14,62%	0,038	0,021	0,025	77,68	0,03	1,05
38		P37	P34	0,15	3,67%	0,010	0,021	0,025	77,74	0,02	0,63
39		P34	P33	0,10	2,41%	0,006	0,021	0,025	77,80	0,01	0,54
40		P33	P32	0,27	6,72%	0,018	0,021	0,025	77,83	0,02	0,79
41		P32	P31	0,20	4,85%	0,013	0,021	0,025	77,83	0,02	0,70
42		P31	P19 B	0,29	7,04%	0,019	0,021	0,025	77,65	0,02	0,80
43		P19 B	P19 A	0,38	9,45%	0,025	0,021	0,025	77,65	0,02	0,89

N#	CALLE	DE	AL	(Ha)	% Caudal Pluvial	Caudal Pluvial [m3/s]	n	Sx	I (mm/h)	Yo (m)	T (m)
44		P19 A	P19	0,20	5,02%	0,013	0,021	0,025	77,71	0,02	0,70
45		P19	P18	0,12	2,98%	0,008	0,021	0,025	77,89	0,01	0,58
46		P18	P17	0,21	5,17%	0,014	0,021	0,025	77,80	0,02	0,71
47		P17	P16	0,16	3,86%	0,010	0,021	0,025	77,86	0,02	0,64
48		P16	P10	0,24	5,91%	0,016	0,021	0,025	77,62	0,02	0,75
49		P8	P9	0,13	3,10%	0,008	0,021	0,025	77,74	0,01	0,59
				4,06	100,00%						
50	Calle D	P36	P35	0,14	68,97%	0,009	0,021	0,025	77,74	0,02	0,61
51		P35	P34	0,06	31,03%	0,004	0,021	0,025	77,89	0,01	0,45
				0,20	100,00%						
52	Calle F	P34	P87	0,15	4,12%	0,010	0,021	0,025	78,02	0,02	0,62
53		P87	P86	0,38	10,62%	0,024	0,021	0,025	77,55	0,02	0,89
54		P86	P85	0,45	12,46%	0,029	0,021	0,025	77,52	0,02	0,94
55	Calle F	P85	P84	0,33	9,22%	0,021	0,021	0,025	77,71	0,02	0,84
56		P84	P81	0,53	14,93%	0,034	0,021	0,025	77,43	0,03	1,01
57		P81 A	P81 A	0,26	7,31%	0,017	0,021	0,025	77,77	0,02	0,77
58		P81 A	P78	0,04	1,15%	0,003	0,021	0,025	77,92	0,01	0,39
59		P75	P76	0,35	9,72%	0,022	0,021	0,025	77,68	0,02	0,86
60		P76	P77	0,14	3,87%	0,009	0,021	0,025	77,92	0,02	0,61
61		P77	P78	0,28	7,84%	0,018	0,021	0,025	77,49	0,02	0,79
62		P75	P74	0,17	4,71%	0,011	0,021	0,025	77,86	0,02	0,66
63		P74	P73	0,36	10,14%	0,023	0,021	0,025	77,65	0,02	0,87
64		P73	P70	0,14	3,92%	0,009	0,021	0,025	77,68	0,02	0,61
				3,57	100,00%						
65	Calle E	P54	P83	0,44	15,54%	0,028	0,021	0,025	77,62	0,02	0,94
66		P83	P80	0,43	15,29%	0,028	0,021	0,025	77,68	0,02	0,93
67		P80	P79	0,47	16,68%	0,030	0,021	0,025	77,74	0,02	0,96
68		P79	P78	0,17	6,00%	0,011	0,021	0,025	77,65	0,02	0,65
69		P78	P82	0,08	2,72%	0,005	0,021	0,025	77,89	0,01	0,49
70		P82	P88	0,78	27,90%	0,050	0,021	0,025	77,52	0,03	1,16
71		P88	P89	0,34	12,04%	0,022	0,021	0,025	77,62	0,02	0,85
72		P89	P90	0,11	3,82%	0,007	0,021	0,025	77,80	0,01	0,55
				2,80	100,00%						
73	Calle F quebrada	P110	P29	0,28	19,76%	0,018	0,021	0,025	77,86	0,02	0,79
74		P29	P27	0,29	20,82%	0,019	0,021	0,025	77,71	0,02	0,81
75		P27	P26	0,33	23,23%	0,021	0,021	0,025	77,77	0,02	0,84
76		P26	P24	0,30	21,53%	0,020	0,021	0,025	77,77	0,02	0,82
77		P25	P24	0,21	14,66%	0,013	0,021	0,025	78,02	0,02	0,71
				1,41	100,00%						
78	Calle EZ	P31	P30	0,29	62,39%	0,019	0,021	0,025	78,02	0,02	0,80
79		P30	P27	0,17	37,61%	0,011	0,021	0,025	77,77	0,02	0,66

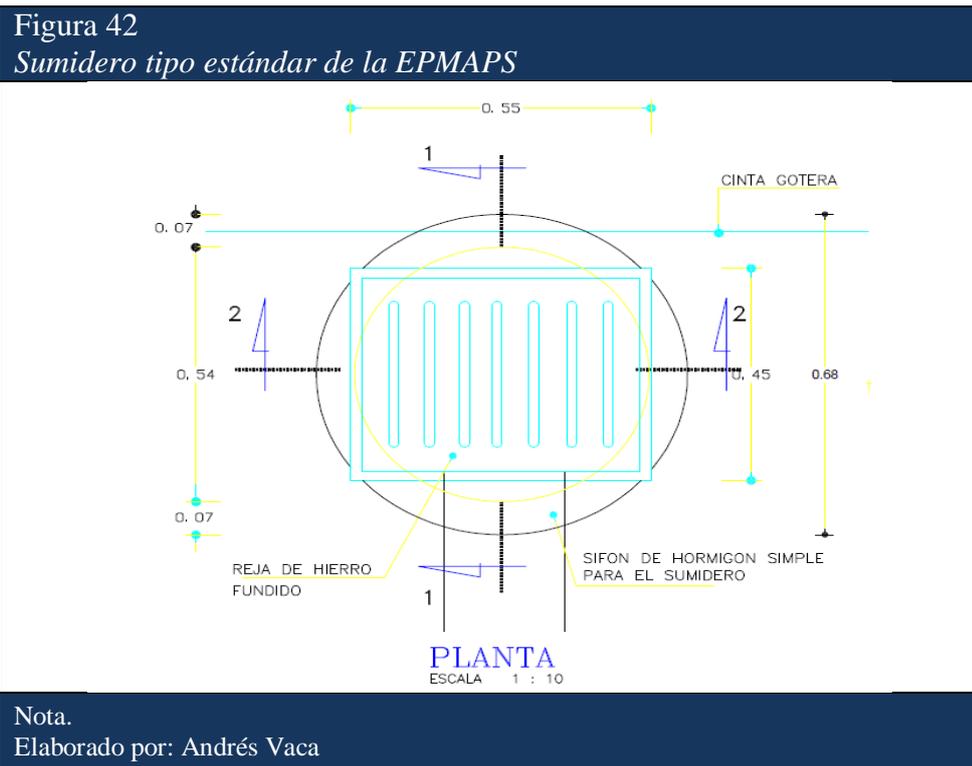
N#	CALLE	DE	AL	(Ha)	% Caudal Pluvial	Cauda l Pluvia l [m3/s]	n	Sx	I (mm/h)	Yo (m)	T (m)
				0,46	100,00%						
80	Calle G	P24	P22	0,30	32,23%	0,020	0,021	0,025	77,62	0,02	0,82
81		P22	P21	0,36	37,77%	0,023	0,021	0,025	77,71	0,02	0,87
82		P21	P20	0,21	22,66%	0,014	0,021	0,025	77,74	0,02	0,72
83		P20	P19	0,07	7,34%	0,004	0,021	0,025	77,86	0,01	0,47
				0,94	100,00%						
84	Calle H	P23	P22	0,23	100,00%	0,015	0,021	0,025	78,02	0,02	0,73
85	Pasaje D	P96	P95	0,28	20,64%	0,018	0,021	0,025	77,68	0,02	0,79
86		P95	P94	0,48	35,60%	0,031	0,021	0,025	77,68	0,02	0,97
87		P94	P93	0,27	20,12%	0,017	0,021	0,025	77,80	0,02	0,78
88		P93	P10	0,29	21,32%	0,018	0,021	0,025	77,62	0,02	0,80
89	Pasaje D	P10	P9	0,03	2,32%	0,002	0,021	0,025	77,92	0,01	0,35
				1,34	100,00%						
90	S/N Z	P91	P92	0,23	45,13%	0,015	0,021	0,025	78,02	0,02	0,73
91		P92	P93	0,17	33,40%	0,011	0,021	0,025	77,68	0,02	0,65
92		P91	P89	0,11	21,47%	0,007	0,021	0,025	78,02	0,01	0,56
				0,50	100,00%						
93	Rio Malacatos	A75	P102	0,57	100,00%	0,037	0,021	0,025	78,02	0,03	1,04
94	Rio Cachavi	C44	P7A	0,28	100,00%	0,018	0,021	0,025	78,02	0,02	0,79
95	Rio Chambo	D24	P7C	0,28	20,19%	0,018	0,021	0,025	77,58	0,02	0,79
96		P7C	P7B	0,33	23,79%	0,021	0,021	0,025	77,62	0,02	0,84
97		P7B	P7A	0,38	27,40%	0,025	0,021	0,025	77,49	0,02	0,89
98		P7A	P7	0,14	10,31%	0,009	0,021	0,025	77,68	0,02	0,62
99		P7	P12	0,25	18,31%	0,016	0,021	0,025	77,49	0,02	0,76
				1,39	100,00%						
100	Rio Chanchan	P7	P6	0,28	81,16%	0,018	0,021	0,025	77,49	0,02	0,79
101		P6	P8	0,07	18,84%	0,004	0,021	0,025	77,92	0,01	0,46
				0,35	100,00%						
102	Rio Blanco	P1	P2	0,68	38,40%	0,044	0,021	0,025	78,02	0,03	1,11
103		P2	P3	0,48	26,82%	0,031	0,021	0,025	77,62	0,02	0,97
104	Rio Blanco	P3	P4	0,52	29,31%	0,034	0,021	0,025	77,52	0,02	1,00
105		P4	P5	0,10	5,48%	0,006	0,021	0,025	77,89	0,01	0,53
				1,77	100,00%						
106	Rio Putumayo	P99	B62	0,36	16,13%	0,023	0,021	0,025	77,62	0,02	0,87
107		B62	B61	0,35	15,50%	0,022	0,021	0,025	77,71	0,02	0,86
108		B61	B60	0,38	17,07%	0,025	0,021	0,025	77,58	0,02	0,89
109		B60	B59	0,39	17,34%	0,025	0,021	0,025	77,62	0,02	0,89
110		B59	B59'	0,51	22,69%	0,033	0,021	0,025	77,62	0,02	0,99
111		B59'	B58	0,25	11,28%	0,016	0,021	0,025	77,77	0,02	0,76
				2,23	100,00%						
112	Rio Paute	C42	C41	0,25	15,12%	0,016	0,021	0,025	77,62	0,02	0,75
113		C42	C43	0,19	11,67%	0,012	0,021	0,025	77,74	0,02	0,68

N#	CALLE	DE	AL	(Ha)	% Caudal Pluvial	Caudal Pluvial [m3/s]	n	Sx	I (mm/h)	Yo (m)	T (m)
114	Rio Paute	C43	C44	0,39	23,77%	0,025	0,021	0,025	77,49	0,02	0,89
115		C44	P51	0,20	12,28%	0,013	0,021	0,025	77,68	0,02	0,70
116		P51	B60	0,08	5,19%	0,005	0,021	0,025	77,71	0,01	0,50
117		C44	P8C	0,18	10,99%	0,012	0,021	0,025	77,65	0,02	0,67
118		P8C	P7D	0,34	20,99%	0,022	0,021	0,025	77,46	0,02	0,85
				1,62	100,00%						

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.8.3.4 Cálculo del caudal interceptado.

Los sumideros que se utilizara son del tipo estándar normados por la EPMAPS, con una sección de 0.45 x 0.55 m, con un área neta de orificios igual al 40% del área bruta.



Se emplea la ecuación que la representa de acuerdo a las bases de diseño:

Ecuación 23. Caudal interceptado sumidero en solera de cuneta

$$Q = C_c \cdot K \cdot \left[1 - \frac{P}{100} \right] \cdot L \cdot B \cdot [2 \cdot g \cdot H]^{1/2} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Dónde:

Q = caudal interceptado por el sumidero [m³/s]

C_c = coeficiente para sumideros en cunetas con depresión, se emplea C=0.6

K = relación entre el área de orificios de la reja y su área total

P = porcentaje de obstrucción de la reja por basura, usar mínimo P=50

L = longitud del sumidero [m]

B = ancho del sumidero [m]

g = aceleración de la gravedad [m/s²]

H = profundidad de la cara superior de la reja respecto de la superficie del agua sobre la reja (y_o)

Con el dato de sumideros conocidos por cada tramo y utilizando la ecuación anterior, se determinara si la cantidad de sumideros son lo suficiente para captar el caudal pluvial o escorrentía superficial, a continuación los resultados:

N#	CALLE	DE	AL	Y _o (m)	B (m)	L (m)	N# Sumideros	Q _i [m ³ /s]	Q _o [m ³ /s]	Q _i /Q _o
1	Río Pilaton	P49	P50	0,018	0,45	0,55	2	0,036	0,015	2,416
2		P50	P51	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,013	2,676
3		P51	P52	0,021	0,45	0,55	2	0,038	0,022	1,749
4		P52	P52A	0,016	0,45	0,55	2	0,033	0,010	3,250
5		P52A	P53	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,014	2,459
6		P53	P54	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,014	2,524
7		P54	P55B	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,025	1,594
8		P55B	P55	0,025	0,45	0,55	2	0,042	0,035	1,188
9		P55	P56	0,029	0,45	0,55	2	0,045	0,051	0,877
10		P44	P43	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,019	1,996
11		P43	P42	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,019	1,957
12		P42	P41	0,020	0,45	0,55	2	0,038	0,020	1,913
						Σ=	24			24
13	Río Napo	P56	P57	0,021	0,45	0,55	2	0,038	0,020	1,862
14		P57	P58	0,029	0,45	0,55	2	0,045	0,050	0,890

N#	CALLE	DE	AL	Yo (m)	B (m)	L (m)	N# Sumideros	Qi [m ³ /s]	Qo [m ³ /s]	Qi/Qo
15		P58	P59	0,028	0,45	0,55	2	0,044	0,046	0,962
16		P59	P60	0,019	0,45	0,55	2	0,036	0,017	2,203
17		P60	P61	0,021	0,45	0,55	2	0,038	0,021	1,837
18		P61	P72	0,016	0,45	0,55	2	0,034	0,011	3,077
19		P72	P71	0,017	0,45	0,55	2	0,034	0,012	2,857
20	Rio Napo	P71	P70	0,019	0,45	0,55	2	0,036	0,015	2,352
21		P70	P67	0,017	0,45	0,55	2	0,034	0,012	2,787
22		P67	P66	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,019	1,994
23		P66	P65	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,023	1,665
24		P65	P64	0,018	0,45	0,55	2	0,036	0,015	2,376
25		P62	P63	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,014	2,458
26		P63	P64	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,014	2,589
27		P62	P63	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,014	2,458
28		P63	P64	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,014	2,589
						Σ=	32			32
29	S/N	P69	P68	0,021	0,45	0,55	4	0,075	0,020	3,779
30		P68	P67	0,019	0,45	0,55	2	0,036	0,015	2,349
						Σ=	6			6
31	Calle A	P47	P46	0,019	0,45	0,55	2	0,037	0,017	2,169
32		P46	P45	0,019	0,45	0,55	2	0,037	0,017	2,166
33		P45	P44	0,009	0,45	0,55	2	0,025	0,002	10,561
						Σ=	6			16
34	Calle C	P41	P40	0,019	0,45	0,55	2	0,036	0,016	2,266
35		P40	P39	0,023	0,45	0,55	2	0,040	0,026	1,532
36		P39	P38	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,025	1,593
37		P38	P37	0,026	0,45	0,55	2	0,043	0,038	1,109
38		P37	P34	0,016	0,45	0,55	2	0,033	0,010	3,410
39		P34	P33	0,013	0,45	0,55	2	0,030	0,006	4,790
40		P33	P32	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,018	2,083
41		P32	P31	0,017	0,45	0,55	2	0,035	0,013	2,715
42		P31	P19B	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,019	2,010
43	Calle C	P19B	P19A	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,025	1,582

N#	CALLE	DE	AL	Yo (m)	B (m)	L (m)	N# Sumideros	Qi [m ³ /s]	Qo [m ³ /s]	Qi/Qo
44		P19 A	P19	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,013	2,643
45		P19	P18	0,014	0,45	0,55	2	0,032	0,008	4,031
46		P18	P17	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,014	2,578
47		P17	P16	0,016	0,45	0,55	2	0,033	0,010	3,264
48		P16	P10	0,019	0,45	0,55	2	0,036	0,016	2,318
49		P8	P9	0,015	0,45	0,55	2	0,032	0,008	3,908
						Σ=	32			42
50	Calle D	P36	P35	0,015	0,45	0,55	2	0,033	0,009	3,587
51		P35	P34	0,011	0,45	0,55	2	0,028	0,004	6,851
						Σ=	4			10
52	Calle F	P34	P87	0,016	0,45	0,55	2	0,033	0,010	3,437
53		P87	P86	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,024	1,601
54		P86	P85	0,024	0,45	0,55	2	0,040	0,029	1,405
55		P85	P84	0,021	0,45	0,55	2	0,038	0,021	1,792
56		P84	P81	0,025	0,45	0,55	2	0,042	0,034	1,215
57		P81	P81A	0,019	0,45	0,55	2	0,037	0,017	2,162
58		P81A	P78	0,010	0,45	0,55	2	0,026	0,003	9,709
59		P75	P76	0,021	0,45	0,55	2	0,039	0,022	1,717
60		P76	P77	0,015	0,45	0,55	2	0,032	0,009	3,622
61		P77	P78	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,018	2,048
62		P75	P74	0,016	0,45	0,55	2	0,034	0,011	3,089
63		P74	P73	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,023	1,660
64		P73	P70	0,015	0,45	0,55	2	0,033	0,009	3,590
						Σ=	26			38
65	Calle E	P54	P83	0,023	0,45	0,55	2	0,040	0,028	1,430
66	Calle E	P83	P80	0,023	0,45	0,55	2	0,040	0,028	1,448
67		P80	P79	0,024	0,45	0,55	2	0,041	0,030	1,348
68		P79	P78	0,016	0,45	0,55	2	0,034	0,011	3,097
69		P78	P82	0,012	0,45	0,55	2	0,029	0,005	5,882
70		P82	P88	0,029	0,45	0,55	2	0,045	0,050	0,890
71		P88	P89	0,021	0,45	0,55	2	0,038	0,022	1,760
72		P89	P90	0,014	0,45	0,55	2	0,031	0,007	4,460

N#	CALLE	DE	AL	Yo (m)	B (m)	L (m)	N# Sumideros	Qi [m³/s]	Qo [m³/s]	Qi/Qo
						Σ=	16			20
73	Calle F quebrada	P110	P29	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,018	2,046
74		P29	P27	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,019	1,964
75		P27	P26	0,021	0,45	0,55	4	0,076	0,021	3,591
76		P26	P24	0,020	0,45	0,55	2	0,038	0,020	1,910
77		P25	P24	0,018	0,45	0,55	2	0,035	0,013	2,602
						Σ=	12			12
78	Calle EZ	P31	P30	0,020	0,45	0,55	4	0,074	0,019	3,991
79		P30	P27	0,017	0,45	0,55	2	0,034	0,011	3,019
						Σ=	6			8
80	Calle G	P24	P22	0,020	0,45	0,55	2	0,038	0,020	1,918
81		P22	P21	0,022	0,45	0,55	4	0,077	0,023	3,370
82		P21	P20	0,018	0,45	0,55	4	0,070	0,014	5,102
83		P20	P19	0,012	0,45	0,55	2	0,028	0,004	6,365
						Σ=	12			18
84	Calle H	P23	P22	0,018	0,45	0,55	4	0,071	0,015	6
85	Pasaje D	P96	P95	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,018	2,068
86		P95	P94	0,024	0,45	0,55	2	0,041	0,031	1,328
87		P94	P93	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,017	2,109
88		P93	P10	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,018	2,016
89	Pasaje D	P10	P9	0,009	0,45	0,55	2	0,025	0,002	12,18 5
						Σ=	10			20
90	S/N Z	P91	P92	0,018	0,45	0,55	2	0,036	0,015	2,414
91		P92	P93	0,016	0,45	0,55	4	0,067	0,011	6,191
92		P91	P89	0,014	0,45	0,55	2	0,031	0,007	4,415
						Σ=	8			14
93	Rio Malacatos	A75	P102	0,026	0,45	0,55	2	0,042	0,037	2
94	Rio Cachavi	C44	P7A	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,018	2
95	Rio Chambo	D24	P7C	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,018	2,046
96		P7C	P7B	0,021	0,45	0,55	4	0,076	0,021	3,580
97		P7B	P7A	0,022	0,45	0,55	4	0,078	0,025	3,197
98		P7A	P7	0,015	0,45	0,55	4	0,065	0,009	7,057

N#	CALLE	DE	AL	Yo (m)	B (m)	L (m)	N# Sumideros	Qi [m ³ /s]	Qo [m ³ /s]	Qi/Qo
99		P7	P12	0,019	0,45	0,55	2	0,036	0,016	2,217
						$\Sigma=$	16			16
100	Rio Chanchan	P7	P6	0,020	0,45	0,55	2	0,037	0,018	2,048
101		P6	P8	0,011	0,45	0,55	2	0,028	0,004	6,677
						$\Sigma=$	4			10
102	Rio Blanco	P1	P2	0,028	0,45	0,55	2	0,044	0,044	0,990
103		P2	P3	0,024	0,45	0,55	2	0,041	0,031	1,331
104		P3	P4	0,025	0,45	0,55	4	0,083	0,034	2,480
105		P4	P5	0,013	0,45	0,55	2	0,030	0,006	4,824
						$\Sigma=$	10			10
106	Rio Putumayo	P99	B62	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,023	1,671
107		B62	B61	0,021	0,45	0,55	2	0,039	0,022	1,724
108		B61	B60	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,025	1,597
109		B60	B59	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,025	1,576
110		B59	B59'	0,025	0,45	0,55	2	0,041	0,033	1,267
111	Rio Putumayo	B59'	B58	0,019	0,45	0,55	2	0,036	0,016	2,231
						$\Sigma=$	12			10
112	Rio Paute	C42	C41	0,019	0,45	0,55	2	0,036	0,016	2,280
113		C42	C43	0,017	0,45	0,55	2	0,034	0,012	2,811
114		C43	C44	0,022	0,45	0,55	2	0,039	0,025	1,581
115		C44	P51	0,017	0,45	0,55	2	0,035	0,013	2,698
116		P51	B60	0,013	0,45	0,55	2	0,030	0,005	5,435
117		C44	P8C	0,017	0,45	0,55	2	0,034	0,012	2,954
118		P8C	P7D	0,021	0,45	0,55	2	0,038	0,022	1,750
						$\Sigma=$	14			20
Σ TOTAL=							258			336

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

En la tabla anterior se obtuvo que en ciertas calles del proyecto, la cantidad sumideros asumidos no sea lo suficiente para captar la escorrentía generada por el proyecto, por lo que a continuación se muestra la tabla con los valores de número de sumideros necesarios para cada calle:

Tabla 40

Numero de sumideros por calles

N#	CALLE	N# Sumideros
1	Rio Pilaton	24
2	Rio Napo	32
3	S/N	6
4	Calle A	16
5	Calle C	42
6	Calle D	10
N#	CALLE	N# Sumideros
7	Calle F	38
8	Calle E	20
9	Calle F quebrada	12
10	Calle EZ	8
11	Calle G	18
12	Calle H	6
13	Pasaje D	20
14	S/N Z	14
15	Rio Malacatos	2
16	Rio Cachavi	2
17	Rio Chambo	16
18	Rio Chanchan	10
19	Rio Blanco	10
20	Rio Putumayo	12
21	Rio Paute	20

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

4.1.8.4 Especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas para el proyecto se obtuvieron de la Empresa Publica Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), los mismos que guarda concordancia con los rubros que consideran para construcción del proyecto de ampliación de alcantarillado combinado, En el anexo 17 se detallaran de manera completa dichas especificaciones.

4.1.8.5 Análisis de la Red Existente.

Utilizando la información del catastro realizado al inicio del diseño y los datos necesarios para el análisis de la red existente en la calle Rio Napo la misma que es el acceso principal al Barrio Miranda Alto, donde las dos descargas correspondientes a la Red I y Red II del proyecto se conectaron para poder evacuar los caudales obtenidos de la ampliación del sistema de alcantarillado combinado, se puede comprobar que la red existente no se verá afectada con la adición de los caudales, ya

que dicha red en la conexión de la Red I del proyecto al pozo existente E13 (intersección de las calle Rio Napo y Rio Blanco) inicia con tubería PVC de 400mm , y en la conexión de la Red II al pozo existente B58 (intersección de las calles Rio Napo y Rio Putumayo) continua con una tubería de 750mm, lo que permite un flujo por la red existente que cumple los parámetros establecidos por las normas de diseño de alcantarillado (EPMAPS, 2009), En el anexo 24 se detalla el análisis de los tramos entre pozos que se realizó de la red existente utilizando el software de diseño para el proyecto.

4.2 Viabilidad financiera y económica

4.2.1 Metodología utilizada para el cálculo de la inversión total, costos de operación y mantenimiento, ingresos y beneficios.

Los factores tomados en cuenta para el cálculo de la inversión total son: los volúmenes de obra, determinaciones técnicas del proyecto, la base de datos de precios unitarios de la EPMAPS, los precios unitarios calculados para este proyecto.

Además, ya que se trata de un proyecto de índole social, se determinarán los factores positivos y negativos, identificando la situación actual de la zona con respecto al sistema de agua potable, alcantarillado y la demanda de la misma, para poder definir los beneficios sociales del proyecto como: población servida del lugar, prevención de enfermedades, reducción de los niveles de contaminación, mejora de las condiciones de vida de los habitantes, etc. Para el tema de ingresos corresponde el cobro de servicio de alcantarillado con su respectiva acometida domiciliaria.

4.2.2 Identificación y valoración de la inversión total, costos de operación y mantenimiento, ingresos y beneficios.

a) Inversión: para la ejecución del proyecto del sistema de alcantarillado combinado del barrio Miranda alto de la parroquia Amaguaña, cantón Quito – provincia Pichincha, se ha determinado un capital de inversión de 881.606,01 dólares.

La ejecución del proyecto implica la utilización de recursos por conceptos de inversión, mantenimiento y operación, y el costo de ejecución que está en relación con los volúmenes calculado de los planos y con los precios unitarios; a continuación la tabla detalla los componentes con sus respectivos valores, que se tomaron en cuenta para el análisis:

Tabla 41	
<i>Costo inversión del proyecto</i>	
COMPONENTES	VALOR (\$)
1.- Obras de conducción terciarias conectadas hacia las acometidas domiciliarias	50.698,81
2.- Obras de conducción primarias y secundarias en el eje de las vías públicas y redes marginales	551.083,98
3.- Pozos de inspección (tipo B1 y B2)	217.546,72
4.- Obras de recolección de aguas pluviales	62.276,50
TOTAL :	881.606,01
Nota. Elaborado por: Andrés Vaca	

b) Costos de operación y mantenimiento: abarca todos los gastos que se genera mediante el pago de sueldos a personal de inspección, manipulación y reparación, sueldos del personal administrativo, los mismos que han sido calculados para el primer año.

Tabla 42	
<i>Costo de mantenimiento y operación primer año</i>	
RESUMEN DE LOS COSTOS OPERATIVOS PARA EL PRIMER AÑO DE OPERACIÓN	
COMPONENTES	(\$) VALOR
Personal	7.654,00
Maquinaria, equipo y herramienta menor	1.497,48
Materiales	1.303,50
COMPONENTES	(\$) VALOR
Equipo de seguridad	956,90
Σ=	11.411,87
Nota. Elaborado por: Andrés Vaca	

El valor obtenido anterior de los costos de mantenimiento y operativos se aplica para el primer año de ejecución del proyecto (año 2016), adicionalmente se calcula la depreciación durante la vida útil de cada activo fijo. El incremento de los costos de operación es igual al 1,2% anual de acuerdo al índice de precios de la construcción (IPCO) de la Cámara de la Industria de la Construcción. En la tabla que se muestra a continuación se resume el cálculo de los costos de Mantenimiento y Operación durante su vida útil.

Tabla 43

Costos anuales de Operación y Mantenimiento

DETERMINACIÓN DE LOS COSTO ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
AÑO	COSTO OPERACIÓN (\$)	DEPRECIACIÓN ANUAL (\$)	TOTAL COSTO ANUAL (\$)
2016	11.411,87	29.386,87	40.798,74
2017	11.548,81	29.386,87	40.935,68
2018	11.687,40	29.386,87	41.074,27
2019	11.827,65	29.386,87	41.214,52
2020	11.969,58	29.386,87	41.356,45
2021	12.113,21	29.386,87	41.500,08
2022	12.258,57	29.386,87	41.645,44
2023	12.405,67	29.386,87	41.792,54
2024	12.554,54	29.386,87	41.941,41
2025	12.705,19	29.386,87	42.092,06
2026	12.857,65	29.386,87	42.244,52
2027	13.011,94	29.386,87	42.398,81
2028	13.168,08	29.386,87	42.554,95
2029	13.326,10	29.386,87	42.712,97
2030	13.486,01	29.386,87	42.872,88
2031	13.647,84	29.386,87	43.034,71
2032	13.811,61	29.386,87	43.198,48
2033	13.977,35	29.386,87	43.364,22
2034	14.145,08	29.386,87	43.531,95
2035	14.314,82	29.386,87	43.701,69
2036	14.486,60	29.386,87	43.873,47
2037	14.660,44	29.386,87	44.047,31
2038	14.836,37	29.386,87	44.223,24
2039	15.014,41	29.386,87	44.401,28
2040	15.194,58	29.386,87	44.581,45
2041	15.376,91	29.386,87	44.763,78
2042	15.561,43	29.386,87	44.948,30
2043	15.748,17	29.386,87	45.135,04
2044	15.937,15	29.386,87	45.324,02
2045	16.128,40	29.386,87	45.515,27
Σ=	409.173,431	881.606,01	1'290.779,441

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

En el anexo 18 se muestra de manera desagregada los costos de mantenimiento y operación y depreciación contemplados en el proyecto.

c) Ingresos: estos provienen de la utilidad generada por el cobro del servicio de alcantarillado que representa el 16,60%. En base al pliego tarifario de la EPMAPS, el costo por consumo de agua potable es de \$0,31/m³ y el cobro de la acometida a la red de alcantarillado es de \$176,72 para tuberías de 160mm.

Tabla 44
Ingresos totales por venta de servicios de alcantarillado

AÑO	COBRO ALCANTARILLADO S	COBRO ACOMETIDA S	INGRESO TOTAL POR SERVICIO S
2016	12.532,18	215.951,84	228.484,02
2017	15.903,86	222.667,20	238.571,06
2018	19.477,89	229.647,64	249.125,53
2019	21.142,03	236.804,80	257.946,83
2020	21.800,75	244.182,86	265.983,61
2021	22.479,19	251.781,82	274.261,01
2022	23.181,29	259.645,86	282.827,15
2023	23.907,06	267.774,98	291.682,04
2024	24.652,56	276.125,00	300.777,56
2025	25.421,72	284.740,10	310.161,82
2026	26.214,54	293.620,28	319.834,82
2027	27.031,03	302.765,54	329.796,57
2028	27.875,14	312.220,06	340.095,20
2029	28.746,85	321.983,84	350.730,69
2030	29.642,23	332.012,70	361.654,93
2031	30.565,23	342.350,82	372.916,05
2032	31.519,77	353.042,38	384.562,15
2033	32.501,93	364.043,20	396.545,13
2034	33.519,59	375.441,64	408.961,23
2035	34.564,86	387.149,34	421.714,20
2036	35.641,68	399.210,48	434.852,16
2037	36.754,00	411.669,24	448.423,24
2038	37.901,83	424.525,62	462.427,45
2039	39.085,15	437.779,62	476.864,77
2040	40.303,97	451.431,24	491.735,21
2041	41.558,29	465.480,48	507.038,77
2042	42.856,00	480.015,70	522.871,70
2043	44.193,16	494.992,72	539.185,88
2044	45.573,70	510.455,72	556.029,42
2045	46.993,69	526.360,52	573.354,21
Σ	923.541,16	10'475.873,24	11'399.414,40

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

El cálculo del número de acometidas es de 4 hab/conexión. El número de habitantes que poseen el servicio de agua potable es del 60%. Finalmente se muestra los

ingresos totales hasta finalizar el periodo de diseño del proyecto. El cálculo de los ingresos desagregado se encuentra en el anexo 19.

d) Beneficios valorados: analizando el impacto que genera el proyecto sobre la población objetivo, se determinan aspectos positivos.

Los beneficios se obtienen al comparar las condiciones existentes vs las nuevas condiciones sanitarias; en la comparación incide los indicadores de salud establecidos en la sección 2.3 (línea base del proyecto). A continuación en la tabla se resume el beneficio valorado total hasta el año horizonte del proyecto.

Tabla 45 <i>Beneficio valorado (atención médica).</i>			
AÑO	BENEFICIO (S)	AÑO	BENEFICIO (S)
2016	77.425,92	2031	122.744,16
2017	79.833,60	2032	126.577,44
2018	82.336,32	2033	130.521,60
2019	84.902,40	2034	134.608,32
2020	87.547,68	2035	138.805,92
2021	90.272,16	2036	143.130,24
2022	93.091,68	2037	147.597,12
2023	96.006,24	2038	152.206,56
2024	99.000,00	2039	156.958,56
2025	102.088,80	2040	161.853,12
2026	105.272,64	2041	166.890,24
2027	108.551,52	2042	172.101,60
2028	111.941,28	2043	177.471,36
2029	115.441,92	2044	183.015,36
2030	119.037,60	2045	188.717,76
Σ =			3'755.949,12
Nota. Elaborado por: Andrés Vaca			

La desagregación así como los indicadores económicos de los beneficios de muestran en el anexo 20.

4.2.3 Flujos financieros y económicos.

En la tabla 47 se detallan las variaciones de entradas y salidas de caja, para el periodo de diseño del proyecto.

4.2.4 Indicadores económicos.

Los indicadores se calculan con la vida útil del proyecto de 30 años y una tasa de interés del mercado igual a 12%. A demás cabe recalcar que los indicadores de rentabilidad relevantes son: el TIR (Tasa Interna de Retorno), el VAN (Valor Actual Neto) y la relación del beneficio con el costo del proyecto.

Tabla 46 <i>Indicadores de rentabilidad del proyecto</i>	
INDICADORES	VALOR
TIR _e	37%
VAN _e (\$)	459808,32
RBC _e	3,27

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

Tomando en cuenta que los indicadores del proyecto son positivos, el proyecto resulta beneficioso, generando ganancia a futuro.

Tabla 47

Flujo de caja de proyecto

RUBROS	AÑOS															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
INGRESOS/BENEFICIOS																
Ingresos por venta	0,00	228484,02	238571,06	249125,53	257946,83	265983,61	274261,01	282827,15	291682,04	300777,56	310161,82	319834,82	329796,57	340095,20	350730,69	361654,93
Beneficios valorados	0,00	77425,92	79833,60	82336,32	84902,40	87547,68	90272,16	93091,68	96006,24	99000,00	102088,80	105272,64	108551,52	111941,28	115441,92	119037,60
Valor residual	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL BENEFICIOS	0,00	305909,94	318404,66	331461,85	342849,23	353531,29	364533,17	375918,83	387688,28	399777,56	412250,62	425107,46	438348,09	452036,48	466172,61	480692,53
EGRESOS O COSTOS																
Inversión	881606,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costos de O&M	0,00	11411,87	11548,81	11687,4	11827,65	11969,58	12113,21	12258,57	12405,67	12554,54	12705,19	12857,65	13011,94	13168,08	13326,1	13486,01
TOTAL COSTOS	881606,01	11411,87	11548,81	11687,40	11827,65	11969,58	12113,21	12258,57	12405,67	12554,54	12705,19	12857,65	13011,94	13168,08	13326,10	13486,01
F.N.C (B-C)	-881606,01	294498,07	306855,85	319774,45	331021,58	341561,71	352419,96	363660,26	375282,61	387223,02	399545,43	412249,81	425336,15	438868,40	452846,51	467206,52

$$VA = \frac{[B - C]}{[1 + i]^t} = \begin{matrix} -881606,01 & 262944,70 & 244623,60 & 227609,13 & 210370,20 & 193811,29 & 178546,92 & 164501,43 & 151570,35 & 139636,50 & 128642,93 & 118511,97 & 109173,20 & 100577,31 & 92661,37 & 85356,89 \end{matrix}$$

RUBROS	AÑOS														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
INGRESOS/BENEFICIOS															
Ingresos por venta	56786,80	58230,53	59674,27	61166,12	62657,98	64246,09	65834,19	67470,42	69154,78	70887,25	72619,73	74448,46	76277,19	78202,16	80127,14
Beneficios valorados	41064,00	42108,00	43152,00	44230,80	45309,60	46458,00	47606,40	48789,60	50007,60	51260,40	52513,20	53835,60	55158,00	56550,00	57942,00
Valor residual	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL BENEFICIOS	97850,80	100338,53	102826,27	105396,92	107967,58	110704,09	113440,59	116260,02	119162,38	122147,65	125132,93	128284,06	131435,19	134752,16	138069,14
EGRESOS O COSTOS															
Inversión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costos de O&M	12547,97	12673,45	12800,18	12928,18	13057,47	13188,04	13319,92	13453,12	13587,65	13723,53	13860,76	13999,37	14139,36	14280,76	14423,56
TOTAL COSTOS	12547,97	12673,45	12800,18	12928,18	13057,47	13188,04	13319,92	13453,12	13587,65	13723,53	13860,76	13999,37	14139,36	14280,76	14423,56
F.N.C (B-C)	85302,84	87665,09	90026,09	92468,74	94910,12	97516,05	100120,67	102806,90	105574,73	108424,13	111272,17	114284,69	117295,82	120471,41	123645,58

$$VA = \frac{[B - C]}{[1 + i]^t} = \begin{matrix} 13914,74 & 12767,92 & 11706,96 & 10736,25 & 9839,02 & 9026,05 & 8274,22 & 7585,91 & 6955,48 & 6377,87 & 5844,10 & 5359,22 & 4911,09 & 4503,62 & 4127,03 \end{matrix}$$

Nota.

Elaborado por: Andrés Vaca

4.2.5 Análisis de sensibilidad

En el estudio financiero de un proyecto de inversión se encuentra presente el riesgo y la incertidumbre, el cual representa la probabilidad de cambio en las variables macroeconómicas y operacionales, por lo que puede ocasionar la reducción y/o eliminación de la rentabilidad de la inversión.

Con estos antecedentes se realiza variaciones de los componentes del flujo de caja hasta igualar a la tasa interés del mercado del 12%.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA					
RUBROS	AUMENTO	DISMINUCIÓN	VAN [\$]	TIR	B/C
Ingresos		7,00%	345.120,62	36,09%	3,10
Ingresos		14%	296.803,73	23,00%	2,45
Ingresos		21%	234.474,95	15,00%	1,86
Ingresos		27,50%	34,82	12,00%	1,00
Beneficios		14%	320.962,18	25,00%	1,99
Beneficios		28%	231.092,77	18,00%	1,73
Beneficios		34,00%	51.857,22	13,21%	1,32
Beneficios		35,00%	192,72	12,00%	1,00
Costos de O&M	50%		52.456,36	13,72%	1,6
Costos de O&M	70%		26.288,18	12,95%	1,49
Costos de O&M	80%		7.886,46	12,33%	1,21
Costos de O&M	86,50%		76,32	12,00%	1,00

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

4.3 Análisis de sostenibilidad

4.3.1 Sostenibilidad económica – financiera

Tomando en cuenta que este proyecto es de carácter social y con la finalidad de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, se lo realiza sin fines de lucro. Además cabe mencionar que consecuencia del análisis económico y en función de los indicadores VANe, TIRe y B/Ce se determinó que el proyecto es **rentable**.

De acuerdo a la encuesta realizada, los habitantes del barrio Miranda alto están dispuestos a colaborar durante la ejecución del proyecto, realizando mingas en coordinación con técnicos de la EPMAPS.

4.3.2 Análisis de impacto ambiental y de riesgos.

De acuerdo a la ley ambiental vigente, todo proyecto debe estar sujeto a la lista del Ministerio de Ambiente llamado “Categorización Ambiental Nacional” y al Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) que se muestra en la tabla a continuación determinando su categoría.

Tabla 49 <i>Categorización ambiental del proyecto</i>		
CODIGO CCAN	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	CATEGORÍA
23.4.2.2.5	Operación, rehabilitación y mejoramiento de sistemas de alcantarillado combinado	II
94.2.3.7	Construcción y operación de tanques sépticos y servicios relacionados	I

Nota. Catálogo de Categorización Ambiental Nacional, 2016
Elaborado por: Andrés Vaca

El registro del proyecto en el sistema único de información ambiental (SUIA) de la plataforma virtual del Ministerio de Ambiente, no se la realiza ya que se trata de un proyecto de titulación y por ende no se puede obtener el certificado de intersección del proyecto, también se presenta la Ficha Ambiental elaborada de acuerdo al manual de su categoría.

4.3.2.1 Proyecto, obra o actividad.

Sistema de alcantarillado combinado para el barrio Miranda alto de la Parroquia de Amaguaña, cantón Quito, Provincia de Pichincha.

4.3.2.2 Actividad Económica

Código 23.4.2.2.5

4.3.2.3 Datos generales.

4.3.2.3.1 Sistema de coordenadas.

A continuación se exponen 5 puntos específicos de la implantación del proyecto utilizando GPS de alta precisión con coordenada WGS-84, los mismos que se ubicaron en puntos representativos del proyecto como se expone en la siguiente tabla:

Nº	PUNTOS REPRESENTATIVOS	X	Y	ALTITUD (msnm)
1	Inicio red 1	777942.00	9963950.00	2676.76
2	Descarga de la red 1 (intersección de las calles Rio Napo y Rio Blanco)	778355.00	9963570.00	2623.76
3	Inicio de la red 2	777880.00	9962821.00	2706.45
4	Descarga de la red 2 (intersección de las calles Rio Napo y Rio Putumayo)	778530.00	9963502.00	2601.56
5	Punto de ingreso al barrio Miranda Alto	778788.00	9963421.00	2582.75

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.3.2 Estado del proyecto, obra o actividad.

ITEM	ESTADO
Construcción	X
Operación	X
Cierre	
Abandono	

Nota.
Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.3.3 Dirección.

Barrio Miranda alto conformado por los sectores miranda alto y sector comuna miranda grande, parroquia Amaguaña, cantón Quito, Provincia de Pichincha, zona perteneciente a la zona rural.

4.3.2.3.4 Datos del promotor.

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento del Distrito Metropolitano de Quito. Ubicado en la Mariana de Jesús entre Alemania e Italia.

Teléfono: 022-944-000

4.3.2.3.5 Características de la zona.

El proyecto de alcantarillado combinado abarca 88.40 Ha; la infraestructura existente es principalmente de tipo residencial. El mapa del sitio se muestra en la figura 4.

4.3.2.3.6 Equipos y accesorios principales a instalar.

Para la fase de ampliación y construcción de la red de alcantarillado, la infraestructura a instalar (accesorios y equipos) es la siguiente:

- a.) Tuberías de PVC de 300 mm a 750 mm de diámetro: Incluye tubería plástica entre 6 a 9 metros de longitud, con uniones elastoméricas.
- b.) Pozos de revisión tipo B1: estructuras de hormigón simple de forma circular, con losa de hormigón armado, tapas y cerco de hierro fundido y peldaños (estribos de 18mm).
- c.) Conexiones domiciliarias: incluye tubería plástica de 160mm, Silla Yee de 300 x 160mm y 400 x 160mm, caja de revisión de 0.60 x 0.60m.
- d.) Sumideros de calzada: incluye estructura de hormigón simple, pata de hormigón armado, rejilla, cerco de HF, empate a pozo.

En esta etapa del proyecto se emplearán retroexcavadores, volquetas, mini retroexcavadora (BOBCAT), compactador neumático, apisonadores, encofrados metálicos, mixers, concreteras, equipos y herramientas menores, rotulación, señalética.

Las herramientas mínimas necesarias cuando se realice mantenimiento u operación de la red es la siguiente:

- Equipos robotizados para la observación dentro de las tuberías
- Hidrosuccionadores para limpieza, destapar taponamientos
- Bombas

- Compresores
- Equipos y herramientas menores para mantenimiento de los pozos de revisión, sumideros y conexiones.

En caso de reparaciones de tuberías por rotura, aplastamiento o daños graves se utilizará las siguientes herramientas:

- Retroexcavadoras
- Herramientas y equipos menores

4.3.2.3.7 Descripción de la materia prima utilizada.

En la tabla siguiente se detalla el material requerido para la ejecución del proyecto de alcantarillado combinado:

Tabla 52 <i>Materia prima a emplearse</i>	
ETAPA CONSTRUCCIÓN	ETAPA MANTENIMIENTO/OPERACIÓN
Material pétreo	Material pétreo
Hierro estructural (Fy=4200 kg/cm ²)	Cemento
Tubería plástica PVC UE de alcantarillado diferentes diámetros 300 a 750 mm	Tramos de tubería de PVC UE alcantarillado
Cemento	Madera de encofrado
Agua	Agua
Tableros metálicos o de madera para apuntalamiento y encofrado	Agua residual
Morteros e impermeabilización de paredes de hormigón con aditivos	Material para apuntalamiento o entibado
Rejilla HF	
Grava y arena para filtros	
Nota. Elaborado por: Andrés Vaca	

4.3.2.3.8 Requerimiento de personal.

a.) El personal que se va a requerir para la ejecución del proyecto es de mínimo 51 personas, conformado por:

Tabla 53 <i>Requerimiento de personal</i>	
PERSONAL REQUERIDO	Q
Residente de obra (ingeniero civil)	1
Topógrafo	4
Ingenieros ambientales y de seguridad industrial	2
Maestros	2
Albañiles	10
Peones	15
Ayudantes	10
Operadores de volqueta	5
Operadores de retroexcavadoras	2
$\Sigma =$	51
Nota. Elaborado por: Andrés Vaca	

a.) Etapa de mantenimiento/operación: dentro de las competencias regidas por la municipalidad, la empresa pública municipal de agua potable y saneamiento (EPMAPS) es la que se encarga del mantenimiento en caso de roturas y taponamientos de tuberías, hundimientos de la calzada por efectos de fisuras en la tubería, daños en pozos de inspección; generados por la ejecución del proyecto.

4.3.2.3.9 *Espacio físico para la construcción del proyecto.*

a.) Área de bodega: 800 m², en donde se colocará tuberías, cintas reflectivas, rotulaciones, señalizaciones, herramientas menores, entre otros; y la adecuación de un campamento para los residentes.

b.) Tipo de terreno: la colocación de las tuberías irá por la sección media de las vías implantadas sobre el área de intervención, así también existen redes marginales que pasarán por las quebradas existentes en el barrio “Miranda alto”; la topografía del sector es muy irregular teniendo así puntos extremadamente altos a diferencia de la cota final, el tipo de suelos corresponde a un limo arcilloso de baja compresibilidad y con presencia de grava areno limosa igualmente de baja compresibilidad.

c.) Consumo esperado de agua potable: la cantidad de agua potable a utilizarse será al momento de realizar las pruebas hidrostáticas en la red de alcantarillado, la cual se aproxima a unos 10m³ en un tramo aproximado de 100m.

d.) Consumo de energía eléctrica: aproximadamente 50 Kw/mes para el área de sitios de obra y bodegas.

e.) Telefonía: fija y móvil

f.) Internet satelital

g.) Acceso vehicular: maquinaria pesada, automóviles, camionetas, camiones.

4.3.2.3.10 Acuerdos de negociación de tierras.

La mayoría de conexiones, tuberías, pozos y descarga van por calles abiertas y hacia redes existentes del sector ya que no se encuentra ningún tipo de servidumbre de paso.

4.3.2.4 Marco legal referencial

<p>Tabla 54 Marco legal de referencia</p>	
MARCO LEGAL	
Ley de Gestión Ambiental	Capítulo II, De la Evaluación de Impacto Ambiental y Control Ambiental. Determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones. (EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE EPMAPS, 2013)
Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)	Con la finalidad de unificar las disposiciones jurídicas del cuidado y protección del medio ambiente. Libro IV biodiversidad, libro VI Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) evaluación del impacto ambiental (anexos 1-7, anexos 1A, 2A). Acuerdo ministerial 161 prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales. (EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE EPMAPS, 2013)
Ley de Empresas Públicas	Art. 3.- PRINCIPIOS.- Actuar con eficiencia, racionalidad, rentabilidad y control social en la exploración, explotación e industrialización de los recursos naturales renovables y no renovables y en la comercialización de sus productos derivados, preservando el ambiente. (EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE EPMAPS, 2013)
Ordenanza Distrito Metropolitano de Quito No. 213	Capítulo VII establece principios generales y medidas de control y prevención para la protección de las fuentes de agua. Estudio de Impacto Ambiental y una guía para la elaboración de Planes de Manejo Ambiental. (Ordenanza Sustitutiva del Título V “Del Medio Ambiente”, Libro Segundo del Código Municipal). (EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE EPMAPS, 2013)
Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo	Este decreto Ejecutivo es 2393 y fue publicado en el R.O. 565 del 17 de noviembre de 1986, se aplica a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, con el objetivo de prevenir, disminuir o eliminar los riesgos del trabajo y el mejoramiento del ambiente laboral. (EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE EPMAPS, 2013)
Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas	Sistema de prevención de riesgos laborales, capítulo II Art. 20.- responsabilidad en materia prevención y protección contra los riesgos de trabajo. Art. 22 campamentos - instalaciones provisionales; Gestión técnica art. 41.- excavación, art 42.- demoliciones (medidas previa) , hundimientos; capítulo 4 herramientas, Art. 87.- Maquinaria pesada de obra.- Precauciones generales de seguridad; capítulo 5 medios auxiliares, capítulo 6 y 7 protección colectiva e individual, capítulo 8 señalización de seguridad. (EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE EPMAPS, 2013)

MARCO LEGAL	
Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	<p>Controla la utilización de los recursos naturales del país, aire, agua y suelo, de tal manera que se evite la contaminación o degradación</p> <p>Prevención y Control de la Contaminación del Aire, Artículos: 11, 12 , 13</p> <p>Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas, Artículos: 16, 17, 18, 19.</p> <p>Prevención y control de la Contaminación de los Suelos, Artículos: 20, 21,23. (EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE EPMAPS, 2013)</p>
Normativa para la participación ciudadana y control social	<p>Tiene como finalidad considerar los criterios y las observaciones de la ciudadanía, especialmente de la población directamente afectada por una obra o proyecto, a través de los diversos mecanismos de participación social que se establezcan para el efecto</p> <p>-Artículos N°31: Realización de una reunión informativa para proyectos categoría II</p> <p>- Artículo N° 32: incluir en la ficha ambiental la documentación y respaldos para verificar los mecanismos de participación social. (EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE EPMAPS, 2013)</p>
<p>Nota. EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE EPMAPS, 2013 Elaborado por: Andrés Vaca</p>	

4.3.2.5 Descripción del proyecto

El alcantarillado combinado se desarrolla en una zona rural en el barrio de Miranda Alto, ubicado en la parroquia Amaguaña y pertenece a la administración zonal del Valle de los Chillos.

En el proyecto se consideran tuberías PVC de diámetros 300, 400, 500, 600, 700 y 750mm en una longitud de 7442.12m; debido a la red existente por la calle Rio Napo se dividieron en dos redes, por lo tanto en dos descargas: la descarga de la red 1 será en el pozo E13 ubicados entre las calles Rio Napo y Rio Blanco y la descarga de la red 2 será en el pozo B58 ubicado entre las calles Rio Blanco y Putumayo.

La red diseñada es de sistema combinado, es decir recolecta caudales pluviales y sanitarios; la red existente de la calle Napo inicia con tubería de 400mm y termina con tubería de 750mm, lo cual en base al diseño proyectado es suficiente para recibir los caudales generados por el nuevo sistema.

Figura 43

Estado actual calles barrio Miranda Alto



Nota. Fotografía

Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.5.1 Fase constructiva.

a.) Oficinas y bodegas: estas instalaciones son destinadas exclusivamente para los residentes de obra, estas pueden ser arrendadas o provisionales y deberán poseer servicios básicos. Las dimensiones del espacio de la bodega cubierta serán de 10-15m² y para oficinas 5-8m². Para la tubería se estima un área de bodega (campamento) de 800 m², la misma que deberá estar equidistante al sitio de trabajo.

b.) Redes de alcantarillado: el sector “Miranda alto” no dispone del servicio de alcantarillado, de tal manera que se instalarán 7442.12m de tubería.

c.) Conexiones Domiciliarias: las conexiones domiciliarias se tiene calculado aproximadamente para unas 200, tendrán un diámetro mínimo de 160 mm y una pendiente que varía entre el 2 y el 15 %; el sistema de recolección deberá iniciar en una caja de revisión y se unirá a la tubería de la red principal respetando un ángulo entre 45° y 60°. La unión debe ser hermética con esto se imposibilitara el ingreso de caudales de infiltración (Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado EPMAPS, 2009).

d.) Pozos de revisión: Se proyectarán 125 pozos de revisión tipo B1 en las siguientes condiciones, al comienzo de toda tubería o colector, y en todo cambio de pendiente, dirección y sección (apegándonos a las normas de diseño). También se prevé la construcción de 31 pozos de salto tipo B2 de H.A a fin de no exceder las velocidades máximas permisibles.

e.) Descarga: existen 2 descargas, la primera que comprende una tubería de 400 mm al pozo existente E13 de la red principal en la calle río Napo y la segunda descarga será con tubería de 750 mm al pozo existente B58 de la red principal existente en la calle río Napo.

4.3.2.5.2 Fase de operación y mantenimiento.

a.) Operación: durante la entrega definitiva de la obra, la EPMAPS tiene la responsabilidad de verificar el funcionamiento correcto de las nuevas redes y a su vez realizar monitoreo en caso de emergencia.

b.) Mantenimiento de infraestructura instalada: las principales actividades de la Empresa Pública será: limpieza de obstrucciones y taponamientos, revisión de roturas en la red y otros problemas generados por hundimientos, desniveles, erosión, alto tráfico vehicular, y extracción de lodos; lo que se lleva a cabo con una frecuencia semestral o en atención especial en caso de emergencias, las que conllevan acción inmediata.

Los insumos empleados pueden ser:

- Vehículo hidrosuccionador
- Robot
- Camioneta
- Volqueta
- Mangueras
- Compresor
- Camionetas
- Martillo neumático
- Compactador y herramienta menor
- Agua, y desinfectantes
- Transporte (camioneta, volqueta)
- Herramientas menores, equipos de monitoreo de campo

- Equipos de seguridad industrial y desinfectantes para limpieza y desinfección de estructuras de tratamiento.

Cabe mencionar que la población beneficiada al año 2016 será de 4888 habitantes con un plazo de ejecución del proyecto de 12 meses.

4.3.2.6 Descripción del proceso.

INTERACCIÓN EN EL PROCESO		
Materiales, insumos, equipos	Fase del proceso	Impactos potenciales
FASE DE CONSTRUCCIÓN		
<p>Tableros y postes de madera. Hojas metálicas para cubierta provisional. Materiales para morteros e impermeabilización del suelo. Materiales de oficina, instalación de luz, agua, drenaje sanitario y pluvial. Recipientes para residuos domésticos.</p>	<p>Instalación y operación de bodegas, oficinas y sitios de trabajo.</p>	<p>Contaminación aire, suelo, agua. Afectación visual.</p>
<p>Retroexcavadora. Herramienta manual.</p>	<p>Excavación de zanjas y pozos.</p>	<p>Riesgo a la integridad física de trabajadores y transeúntes. Afectación por ruido y vibraciones. Afectación a la calidad del suelo, aire y agua. Afectación visual.</p>
<p>Retroexcavadora (combustible-abastecimiento fuera de la obra) Volqueta, carpa, herramienta manual.</p>	<p>Movimiento de tierra y acopio de material excavado.</p>	<p>Afectación a la calidad del suelo, agua y aire Afectación paisajística. Afectación a vías de acceso y viviendas aledañas.</p>
<p>Tubería de PVC, compactador. Accesorios para uniones. Bomba de achique. Martillo neumático. Herramienta manual Concretera Vibrador Encofrado de madera o metálico Material pétreo, agua, cemento, hierro</p>	<p>Instalación de tubería, construcción de pozos y estructuras especiales.</p>	<p>Afectación del entorno. Riesgo de la seguridad e integridad física de los trabajadores y transeúntes. Inconformidad de los moradores del sector. Afectación al suelo, agua y aire. Obstrucción de la circulación.</p>

Tierra, restos de hormigón, restos de madera de encofrado. Volqueta, lona, combustible,	Desalojo y transporte de escombros y residuos sólidos.	Riego del material en las vías, obstrucción del tráfico normal.
INTERACCIÓN EN EL PROCESO		
Materiales, insumos, equipos	Fase del proceso	Impactos potenciales
Herramientas menores, volquetas	Retiro de bodegas oficinas, limpieza del área intervenida	Afectación visual. Inconformidad de los moradores de la zona. Generación de ruidos y vibraciones.
FASE DE MANTENIMIENTO: Mantenimiento a cargo de la EPMAPS		
Vehículo hidro succionador, robot, volquetas, mangueras, compresor, camionetas, martillo, neumático, compactador y herramienta menor, agua y desinfectantes.	Inspección, mantenimiento y reparación de las redes del sistema y de la infraestructura instalada.	- Afección respiratoria al personal, Afectación visual, Afectación a la calidad del aire. - Contaminación del cuerpo hídrico por descarga de aguas servidas y pluviales.
FASE DE CIERRE O ABANDONO: En este tipo de proyecto solo se realiza rehabilitaciones		
Vegetación Cemento, material pétreo, adoquines, compactador Agua, concretera.	Reposición de accesos y lugares de maniobrasen general.	Interrupción a la movilidad peatonal y vehicular. Generación de desechos. Molestias a moradores y transeúntes.
Herramienta manual Contenedores o recipientes – Vehículo	Retiro de bodegas oficinas, limpieza del área intervenida.	Afectación visual, paisajística. Reclamos de la comunidad.
Materiales de limpieza Herramienta manual Contenedores Volqueta.	Limpieza y ordenamiento del área intervenida y disposición final de escombros	Interrupción a la movilidad de peatonal y vehicular. Generación de residuos. Molestias a moradores y transeúntes.
Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014 Elaborado por: Andrés Vaca		

4.3.2.7 Descripción del área de implantación.

4.3.2.7.1 Área de implantación física

El proyecto se ejecutará en la parroquia Amaguaña, perteneciente a la Administración Zonal Los Chillos, provincia de Pichincha. A 15 min del centro poblado de Conocoto.

- a.) Superficie del área de implantación: el proyecto de alcantarillado combinado del barrio “Miranda alto”, abarca 88.40 Ha.
- b.) Altitud: las alturas de las cotas son entre 2582 msnm y 2700 msnm en lo referente a las redes proyectadas; así también la primera descarga es hacia el pozo F3 existente con una cota natural de 2334.12 y la segunda descarga en el pozo B58 existente con cota 2304.20.
- c.) Clima: el clima del lugar es del valle de los chillos y por su ubicación hacia el sur recibe la influencia de la cordillera occidental, por lo que es de mayor precipitación que en el resto del valle. En la estación meteorológica de Conocoto distante a 3km reporta clima templado periódicamente seco, con pluviosidad de 1618 mm anual y temperatura media de 15.3° C, es decir ligeramente mayor a la temperatura de la ciudad de Quito.
- d.) Al igual que la ciudad de Quito, la mayor precipitación se registra en los meses de septiembre a diciembre en los que alcanza hasta 200 mm y de enero a abril con valores de hasta 220 mm.
- e.) Geología, geomorfología, suelos: según la carta geológica en el sitio se tiene suelos vulcano-sedimentos de la formación Machángara, y sedimentos de la formación Chichi. Como riesgo de tipo geológico se puede señalar que la zona se encuentra en el área de influencia volcánica del volcán Cotopaxi. En observaciones y análisis al terreno en varios sitios como los suelos de las calles, en cortes de taludes laterales y en los taludes de las quebradas, se determina que en general se trata de suelos limo arcillosos de baja compresibilidad y grava arena limosa de baja compresibilidad con una densidad seca máxima mayor a 1.3 T/m³ con una humedad óptima entre el 18 y 32 %, su capacidad portante oscila entre 10 y 20 T/m².
- f.) Ocupación actual del área de implantación: el lugar donde se emplazarán las diferentes estructuras son vías públicas con acceso libre.
- g.) Condiciones de drenaje: la zona del proyecto tiene una pendiente irregular, existen varias quebradas que en función a la topografía y tomando en cuenta la existencia de una red principal por la calle Napo, recogerá el 100 % del caudal de las 2 descargas existentes.

h.) Aire y ruido: Las condiciones del aire del barrio “Miranda alto” son buenas; no se evidencia contaminación por ruido debido a que el movimiento vehicular es mínimo.

4.3.2.7.2 Área de implantación biótica

Dentro del área de influencia del proyecto, donde se construirá la red de alcantarillado, se considera la presencia de flora y fauna que se detalla a continuación:

a.) Flora.- en la zona se ha identificado la presencia de orquídeas, helechos, diente de león, el aliso (*Alnus acuminata*), los pumamaqui (*Oreopanax confusus* y *O. corazonensis*), arbustos silvestres.

b.) Con respecto a la fauna asociada se encuentra animales domésticos como: perros, vacas, arañas, ratones.

4.3.2.7.3 Área de implantación social.

a.) Demografía: La población de Amaguaña al 2010 es de 31106 habitantes, distribuidos en una superficie de 6211 Ha; según el censo realizado según el género de los habitantes tenemos un total de mujeres de 15711 y de hombres 15395.

b.) Descripción de los principales servicios (salud, alimentación, educación): la información referente a este ítem se encuentra la sección 2.1 (Descripción de la situación del área de intervención del proyecto) del documento.

c.) Actividades socio-económicas: Actualmente las actividades productivas de la población son: agrícola, obrera y artesana.

d.) Organización social (asociaciones, gremios): Existen considerables niveles de organizaciones y asociaciones barriales que se destacan en el ámbito cultural y especialmente en lo deportivo (ligas barriales); líderes barriales, asociaciones de jóvenes que trabajan a favor de grupos vulnerables.

4.3.2.8 Principales impactos ambientales

Tabla 56
Factores/impactos ambientales

Actividades/Factores Ambientales	Impacto Ambiental	Nivel de impacto				Etapa del proyecto
		Alto	Medio	Bajo	Nada	
Descarga de aguas residuales	Emisión de malos olores, contaminación del agua, proliferación de enfermedades y bacterias		X	X		Durante todo el tiempo del proyecto
Limpieza del terreno	Generación de ruido, contaminación ambiental (polvo), irritabilidad de la población habitante/circulante.			X		Construcción
Desalojo	Generación de ruido y polvo por equipos y volquetes durante el desalojo de materiales		X			Construcción
Relleno y captación de materiales	Contaminación sonora, incomodidad y molestias de los habitantes cercanos.			X		Construcción Operación
Generación de escombros y basura	Afectación del agua, flora fauna y paisaje Contaminación ambiental	X				Construcción Mantenimiento Operación
Obstrucción temporal de acceso vehicular y temporal.	Accidentes, afectación a transeúntes y moradores.			X		Construcción Mantenimiento Operación
Trabajos en zonas con instalaciones de servicios básicos	Daño temporal de servicios básicos y molestias de los habitantes afectados.	X				Construcción Mantenimiento Operación
Uso de combustibles, aceites, lubricantes o aditivos	Contaminación del suelo y agua (en caso de derrames)	X				Construcción
Generación de residuos domésticos	Potencial afectación a la salubridad del sector	X				Construcción Mantenimiento Operación
Ocupación de accesos: vehiculares, peatonales, movilidad en general.	Afectación a las actividades socio económico de la población cercana a la obra, impedimento a la movilidad y libre circulación de peatones y vehículos			X		Construcción Mantenimiento Operación
Generación de emisiones gaseosas	Disminución de la calidad de aire, proliferación de enfermedades.		X			Construcción Mantenimiento Operación
Seguridad industrial, señalización y comunicación.	Prevención de accidentes y sobre entendimiento de los pobladores de la obra para que tomen medidas alternas y evitar molestias				x	Construcción Mantenimiento Operación
Instalación de acometidas eléctricas, telefónicas, agua potable y alcantarillado.	Contribución al bien estar de moradores y trabajadores				x	Construcción Mantenimiento Operación

Seguimiento y monitoreo al Plan de Manejo Ambiental	Mejora y aporte a la toma de decisiones por parte de las autoridades responsables.				x	Construcción Mantenimiento Operación
Descarga de aguas servidas y pluviales a cauces naturales.	Contaminación del recurso hídrico del cauce.	x				Operación
Operación & Mantenimiento de la red de alcantarillado	Recolección de descargas, dotación de servicio de alcantarillado y saneamiento, Mejoramiento de la calidad de vida de moradores.				x	Mantenimiento Operación
Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014 Elaborado por: Andrés Vaca						

4.3.2.9 Plan de manejo ambiental (PMA).

En el Plan de Manejo Ambiental (PMA) se establecen las medidas que se deberán ejecutar e implementar para reducir los efectos negativos que producen ciertas acciones del proyecto y está elaborado en función de los impactos y riesgos encontrados en la evaluación de impacto ambiental.

Dentro del PMA se identifican las acciones o medidas que deberá tomar para la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales y el cumplimiento de las normas ambientales estipuladas.

El plan de manejo ambiental incluye entre otros, los programas y planes de prevención y reducción de la contaminación, manejo de desechos, contingencias, seguridad y salud ocupacional, relaciones comunitarias, capacitación/educación ambiental, relaciones comunitarias, monitoreo y seguimiento, rehabilitación de áreas afectadas, y cierre de todas las actividades que el proyecto contemple en base al “Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS”, publicado en enero del año 2014.

4.3.2.9.1 Plan de prevención y mitigación de impactos.

Tabla 57
Prevención y mitigación de impactos

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACION	TIEMPO (MESES)/12
Generación de material particulado	Contaminación ambiental, propagación de enfermedades, alergias y molestias de los habitantes	- Hidratación de áreas abiertas y vías para evitar la generación de polvo. - Cubrir el balde de las volquetas con lona debidamente asegurada para evitar que el material se disperse durante el recorrido.	Cantidad de agua utilizada Número de volquetas cubiertas y despachadas correctamente	Registros mensuales Fotografías	10
Generación de emisiones gaseosas.	Disminución de la calidad de aire, proliferación de enfermedades.	- Verificar que las unidades vehiculares estén en buenas condiciones para evitar fugas. - Verificación de certificados de circulación vehicular otorgada por la entidad respectiva.	Cantidad de maquinaria, vehículos y equipos debidamente supervisados	Registros de supervisión Fotografías Libro de obra	11
Emisión de ruido y vibración	Alteración a la calidad de vida e irritación de los circundantes en general de la zona.	-Realización de mantenimientos periódicos a la maquinaria, equipos y vehículos para que el ruido generado no exceda las normas ambientales vigentes. -Promover a la utilización de silenciadores en los escapes de maquinaria y equipo -Determinar un horario que sea adecuado para la utilización de maquinaria, vehículo y equipos de manera que no sea en horas de más molestias para los habitantes	cumplimiento de las normas ambientales establecidas	-Registros de fichas de mantenimiento y calibración de maquinaria, vehículo y equipos. -Registro de cumplir con las revisiones de ruido por parte de autoridad competente.	11

<p>Descarga de aguas residuales</p>	<p>Emisión de malos olores, contaminación del agua, proliferación de enfermedades y bacterias</p>	<p>Recolección de desechos en recipientes específicos, evitando las mezclas de ellos, de acuerdo al procedimiento establecido. Efectuar mantenimiento periódico a las tuberías y accesorios de los drenajes. Contar con una instalación provisional de baños con descarga al alcantarillado o utilizar baño portátil modelo Disal o similar, la misma que solo estará en los campamentos.</p>	<p>Registro de operación de cabañas sanitarias</p>	<p>Fotografías Informes de supervisión</p>	<p>de 12</p>
<p>Generación de Escombros y basura</p>	<p>Afectación del agua, flora fauna y paisaje Contaminación ambiental</p>	<p>-Eliminación del desmonte de forma inmediata llevándola a un relleno sanitario autorizado. -Descargar el material directamente en la tolva del volquete y colocar un protector para evitar derrame por el viento. -El material sobrante de esta actividad se dispondrá en un área en el mismo terreno cubierto con lonas, este sitio deberá estado alejado de los frentes de obra, para su posterior entrega a una escombrera autorizada dentro del Distrito Metropolitano de Quito (EPMOP).</p>	<p>Eliminación de afectaciones al factor ambiental/visual</p>	<p>Registro del volumen entregado de escombros al encargado.</p>	<p>11</p>
<p>Uso de combustibles, aceites, lubricantes o aditivos</p>	<p>Contaminación del suelo y agua (en caso de derrames)</p>	<p>-Transportar los residuos peligrosos en los vehículos que cuenten con todas las condiciones técnicas y regulaciones expedidas para el efecto. -Ubicar las sustancias peligrosas en zonas donde se minimicen los riesgos o posibles fugas, incendios.</p>	<p>Correcto almacenamiento temporal</p>	<p>Registros informes mensuales Fotografías</p>	<p>e 11</p>

Generación de residuos domésticos.	Potencial afectación a la salubridad del sector	- Entregarlos desechos acumulados de los trabajadores debidamente enfundados a los encargados de recolectar, es decir a la Empresa Pública Metropolitana de Aseo (EPMASEO)	Áreas limpias y ordenadas	Fotografías	12
Desbroce de la cobertura vegetal	Afectación al entorno natural y a la libre circulación de vehículos y peatones.	-Emplear técnicas adecuadas de desbroce y de limpieza, de modo que se impacte una menor zona de cobertura vegetal -Se a realizarán actividades de limpieza y posterior reposición de la cobertura vegetal en iguales o mejores condiciones a las encontradas.	Zonas vegetadas preservadas Zona afectada por la obra Zona recuperada	Fotografías Registro de supervisión Informes.	12
Descarga de aguas servidas y pluviales a cauces naturales.	- Contaminación del recurso hídrico del cauce.	- Los operadores que realicen el mantenimiento del filtro y fosa séptica deben contar como mínimo con el siguiente equipo de protección: botas, guantes, mascarilla con filtros, protección de ojos y casco. - Evitar la formación de aguas estancadas durante la construcción, mediante bombeo, para impedir la proliferación de vectores de enfermedades infecto – contagiosas - Realizar mantenimiento periódicamente de recolección del agua filtrada y las cámaras de salida, para evitar focos de infección.	Fosa séptica y filtro anaerobio funcionando eficientemente	-Registros mensuales -Fotografías -Registro de supervisiones	Etapa de operación

Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014

Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.9.2 Plan de manejo de desechos.

Tabla 58
Manejo de desechos

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Uso de combustibles, aceites, lubricantes o aditivos	Contaminación del suelo y agua (en caso de derrames)	-Acumular los residuos sólidos en contenedores tapados y rotulados para su posterior eliminación. -Contar con un lugar cubierto dentro de los campamentos para almacenamiento de envases con combustibles/lubricantes con tapa hermética, y deben estar identificados. - los residuos peligrosos se debe entregar al gestor ambiental y así obtener el certificado de disposición final.	Registro de las entregas realizadas al gestor ambiental	Fotografías Registros de entrega	12
Generación de residuos domésticos.	Potencial afectación a la salubridad del sector	-Adecuar un área determinada para el almacenamiento temporal con las siguientes características: sitio cubierto, suelo encementado o la adquisición de contenedores que prevengan la contaminación del suelo. -Clasificación de los residuos comunes para su posterior entrega al recolector municipal.	Clasificación de los desechos	Fotografías	12
Generación de escombros.	- Afectación del agua, flora fauna y paisaje Contaminación ambiental.	-Los escombros tendrán un área específica (rotulada) para su almacenamiento temporal, hasta su posterior entrega a la escombrera autorizada.	Número de entregas realizadas a una escombrera autorizada	Fotografías Registro de Entrega	11
Generación de descargas líquidas (aguas grises o negras).	Afectación a la calidad del suelo, y del agua de cauces cercanos.	- Instalación de una fosa séptica impermeabilizada, o baterías sanitarias temporales (baño químico), las mismas que deberán tener una conexión al alcantarillado existente - Las descargas líquidas generadas por limpieza de herramientas y equipos deberán ser vertidas a una trampa de sedimento adecuada, para retener estos residuos.	- Descarga - N° de trampas instaladas	Fotografías	12

Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014
Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.9.3 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

Tabla 59

Comunicación, capacitación y educación ambiental

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
- Ignorar los lineamientos de difusión y comunicación a la comunidad.	Conflicto e inconformidad de los moradores con la empresa	- Realizar reuniones con los habitantes de la zona para dar a conocer los lineamientos establecidos, procesos a ejecutar, planes de contingencia, plan de manejo ambiental, políticas. - Volantes informativos - Recepción de sugerencias para su análisis respectivo	Nº de sugerencias recibidas	Fotografías de Registro de asistencia	11
- Incumplimiento de las normas de Seguridad y ambiente	Accidentes laborales y afectación a la calidad del entorno	Realizar charlas a los trabajadores de los diferentes aspectos de la obra en temas relacionados con: seguridad y salud ocupacional; acciones a tomar en caso de emergencias; manejo, almacenamiento y disposición de desechos, sensibilización ambiental, riesgos. Llevar registros de estas capacitaciones indicando el tema tratado, el expositor y los asistentes.	Número de charlas	Fotografías de Registro de asistencia	Durante la vida del proyecto

Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014
Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.9.4 Plan de relaciones comunitarias.

Tabla 60
Relaciones comunitarias

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Aspectos señalados en el proyecto	Molestias, inconformidad y conflictos en la comunidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Designar por la empresa la persona encargada del manejo de las relaciones comunitarias para receptar sugerencias, dudas, quejas. - Establecer mecanismos para conocer al grupo de personas afectadas, la causa de la denuncia, la posible solución del conflicto e implantar medidas de remediación. - Mantener una buena comunicación con los habitantes de la zona, dando información necesaria sobre el proyecto a ejecutarse. - Elaborar un cronograma de cumplimiento de las medidas tomadas durante el proceso de quejas o denuncias. 	Nº de quejas, propuestas, dudas, actividades realizadas con la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> - Actas de reuniones - Registro Fotográfico 	11

Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014
Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.9.5 Plan de contingencias.

Tabla 61 Contingencias					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Ignorar o incumplir especificaciones técnicas de construcción y normas de seguridad.	Afectación a la calidad de vida, seguridad y salud ocupacional	<p>Se deberá contar con brigadas contra incendios, derrames o emergencias.</p> <p>Mantener en lugares visibles una lista con los números telefónicos de emergencias: Emergencias (911) Policia Nacional (101) Cruz roja (131) Bomberos (102)</p> <p>Verificar que el botiquín cuente con los implementos necesarios y verificar las fechas de caducidad.</p> <p>Realizar simulacros periódicos donde se recibirá entrenamiento en prácticas de prevención y combate de incendios y riesgos internos y externos.</p> <p>Mantener visible el mapa de riesgos y la señalización en las áreas de riesgo, que describan el peligro al cual está expuesto el personal.</p> <p>En caso de ocurrir una contingencia o emergencia ambiental, comunicar a la autoridad ambiental de lo ocurrido en un plazo de 24 horas y presentar un informe de lo ocurrido en un plazo de 72 horas, usando los formatos correspondientes destinados para tal efecto: AA13.a y AA13.c respectivamente.</p>	Nº de emergencias Nº de medidas aplicadas	Fotografías Manual de seguridad y salud ocupacional	11

	<p>En caso de emergencias</p> <p>Comunicar al comité de emergencias para declarar la emergencia.</p> <p>Coordinar las brigadas, dar voz de alerta, evacuación del personal, actuación de la respectiva brigada y mitigación del incendio.</p> <p>Controlar la emergencia, de ser posible. - Notificar a las instituciones de auxilio.</p> <p>Colocar en tramos de la construcción y en el sitio de construcción del tanque de captación, sistemas móviles de alarma auditiva y visual para dar aviso al personal de las obras en situaciones de emergencia.</p> <p>Se aislará la zona del derrame para impedir una mayor expansión del evento y evitar el acceso o contacto con otras personas. Si fuere necesario, se procederá a la evacuación de todo el personal involucrado.</p> <p>Se utilizará el material absorbente para recolectar el material derramado, recoger los restos con una pala de material anti chispas, en una funda plástica y colocarla dentro de un recipiente plástico o metálico establecido para este tipo de desecho peligroso.</p> <p>Al existir un derrame de productos químicos, la sustancia se debe barrer y con el equipo de seguridad necesario, se procederá a trasvasar el producto vertido a otro recipiente.</p> <p>En un lugar visible debe constar la información sobre los procedimientos para</p>			
--	---	--	--	--

	<p>manejar fugas, derrames, escapes de los productos químicos y a quién se debe llamar en caso de emergencia para obtener información médica y técnica.</p> <p>En caso de que se presente alguna situación de emergencia ambiental, el contratista/EPMAPS realizará el estudio correspondiente y procederá con la remediación y compensación que tuviera lugar.</p> <p>Señalización y rotulación de obras.- conocer el uso, clasificación, funcionalidad, color, tamaño, materiales y mantenimiento de los dispositivos utilizados en la regulación del tránsito.</p> <p>Conservar la armonía, estética y comodidad con el diseño geométrico de las vías para ofrecer un recorrido fácil y agradable, exento de sorpresas y desorientaciones.</p>			
<p>Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014 Elaborado por: Andrés Vaca</p>				

4.3.2.9.6 Plan de seguridad y salud ocupacional.

Tabla 62
Seguridad y salud ocupacional

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Seguridad y salud laboral Seguridad y salud laboral	Afectación a la integridad física de los trabajadores	<p>Se prohibirá ingreso de personas ajenas a la obra, excepto a las autoridades de control. Los visitantes autorizados, proveedores y autoridades de control, para ingresar a la obra portarán el respectivo casco de seguridad.</p> <p>Dotación de equipos de protección personal a los empleados de acuerdo a la actividad que desarrollen en la obra.</p> <p>Para asegurar la protección del personal nuevo que se incorpore a la empresa es necesario proporcionarle un entrenamiento de inducción previo al inicio de sus actividades.</p> <p>El Contratista deberá proveer del equipo de protección personal, EPP, al personal operativo y de supervisión, de acuerdo al tipo de actividad que se deba ejecutar, para lo cual deberá considerar los elementos necesarios.</p> <p>Instalación de rótulos característicos del proyecto, de seguridad, señalética varia, sean estas temporales y permanentes.</p> <p>Las etiquetas de identificación permiten visualizar los materiales e insumos requeridos para los subprocesos de la planta, de manera que se disminuya el riesgo asociado al uso de agentes químicos.</p> <p>Instalación de demarcación de la obra mediante: conos, cintas, polietileno de dos mm y postes plásticos delineadores.</p>	<p>Nº de empleados dotados de EPP</p> <p>Nº de personal capacitado</p> <p>Nº de actividades ejecutadas</p>	<p>Registro fotográfico</p> <p>Registro de entrega de EPP a los trabajadores.</p>	11

		<p>Los equipos e instalaciones eléctricas provisionales serán contruidos, instalados y conservados por personal especializado, con la autorización de la Empresa Eléctrica Quito.</p> <p>Rotular toda la toma de corriente eléctrica, indicando claramente la tensión de alimentación y su función.</p> <p>En caso de ocurrir un accidente o incidente con los trabajadores, estos deberán estar organizados según el Plan de Contingencias y Emergencias.</p> <p>Cumplir la frecuencia de los planes de operación, mantenimiento y control de la calidad para los diferentes componentes de las redes del sistema de alcantarillado.</p> <p>Afiliar a todos los trabajadores al IESS</p>			
<p>Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014 Elaborado por: Andrés Vaca</p>					

4.3.2.9.7 Plan de monitoreo y seguimientos.

Tabla 63

Monitoreo y seguimientos

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
-Generación de Desechos peligrosos, comunes y líquidos -Alteración del Paisaje Urbano	Afectación de la calidad del suelo, agua, aire y calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar una reunión permanente para el seguimiento de las actividades del Plan de Manejo Ambiental. Llevar un registro de los principales puntos observados en la reunión. - Informar a la Autoridad Ambiental, con 60 días de anticipación, cuando en la construcción de la obra se planifique una modificación sustancial que involucre procesos productivos, implementación de nuevos equipos o estructuras, o nuevos productos. Esto aplica en el caso de cierre parcial o total de actividades. - Realizar la evaluación de indicadores de seguimiento (registros y actividades establecidas en el PMA); la evaluación se realizará semestralmente. - Realizar el monitoreo de ruido ambiental en equipos electrónicos en caso de que estos sobrepasaran los límites permisibles. - Entregar el reporte anual de residuos sólidos, usando la información de los registros de entrega de desechos peligrosos y no peligrosos. - Se deberá realizar monitoreos semestrales de la calidad del agua, en puntos estratégicos de la obra. - El Contratista deberá contratar dos personas especialistas en la rama Civil-Ambiental/Seguridad y Salud, y Calidad de agua, para el monitoreo control y seguimiento del Plan de Manejo Ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Nº de reuniones realizadas Nº de cambios realizados Nº de monitoreos programados 	Reportes Informes, Fotografías	Durante la vida del proyecto

Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014

Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.9.8 Plan de rehabilitación de áreas contaminadas.

Tabla 64

Rehabilitación de áreas contaminadas

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Estado del ecosistema	- Recuperación del entorno afectado por la obra.	<ul style="list-style-type: none"> - En caso de exceder los límites permisibles de los parámetros analizados en las muestras de suelo y/o de existir pasivos ambientales generados por la contingencia en cuestión, se contratará los servicios de una empresa especializada para la elaboración y ejecución del plan de remediación. -El alcance de los trabajos de remediación ambiental será definido en base a la evaluación inicial de las condiciones de los recursos naturales en el sitio al momento de efectuarse el cierre de las instalaciones. - El contratista de la obra deberá entregar el área libre de todo material extraño, así como con las características paisajísticas originales. - El contratista de la obra adecuará los senderos de acceso habilitados, mediante una configuración de sendero ecológico. - Recuperación del área intervenida, para lo que se empleará: enchambado de suelo, humedecimiento del área, tierra abonada para jardines, siembra y mantenimiento de especies sembradas. 	Nº de áreas intervenidas	Registro fotográfico (antes y después)	12

Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014
Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.9.9 Plan de cierre, abandono y entrega del área.

Tabla 65

Cierre, abandono y entrega del área del proyecto

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
-Generación de Desechos -Alteración del Paisaje Urbano.	-Afectación de la Calidad del suelo, - Alteración del Paisaje Urbano.	Limpieza del área intervenida. Remediación del área Monitoreo del suelo Al finalizar todas las actividades del plan de cierre aprobado, la contratista deberá dejar el terreno libre de escombros, restos de infraestructura, maquinarias, etc. Se deberá presentar un informe detallado de todas las actividades desarrolladas para el cierre y abandono, ante la Dirección Provincial de Pichincha del Ministerio del Ambiente.	Nº de monitoreos realizados Nº de actividades ejecutadas	Fotografías Registros de supervisión	12
Nota. Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS, 2014 Elaborado por: Andrés Vaca					

4.3.2.10 Proceso de participación social

Los proyectos, obras o actividades clasificados en categoría II corresponden a actividades de impacto ambiental bajo, por lo tanto se determina únicamente un proceso de información social (socialización).

En la encuesta realizada al inicio del diseño se dio a conocer el alcance del proyecto y el impacto que producirá en barrio Miranda Alto; una vez terminado el diseño y por tratarse de un proyecto de gran importancia para el barrio, la EPMAPS conjuntamente con el contratista se encargaran de socializar el proyecto.

La socialización del proyecto se la puede realizar a través de los siguientes medios de información: charlas informativas, entrega de trípticos y encuestas, carteles informativos, perifoneo local informativo, página web del promotor y/o redes sociales.

4.3.2.11 Cronograma de construcción y operación del proyecto

Tabla 66 Cronograma de construcción (PMA)												
ACTIVIDADES	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Desbroce y limpieza del terreno	-											
Colocación de letrero y rotulo de identificación del proyecto	-											
Replanteo y control niveles de las tuberías a ser instalada en el proyecto	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Excavación a máquina y rasanteo a mano de pozos y zanjas.	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Relleno y compactación		-	-	-	-	-	-	-	-			
Pozos de revisión		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Reposición de áreas afectadas - Se realizará reposición de áreas afectadas, retiro de infraestructura complementaria y limpieza final.											-	-

Nota. Formato SUMA
Elaborado por: Andrés Vaca

4.3.2.12 Cronograma valorado del plan de manejo ambiental (PMA).

Tabla 67

Cronograma del plan de manejo ambiental

Cronograma valorado del plan de manejo ambiental													
PMA	MESES												PRESU.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Programa de Mitigación y Prevención - Hidratación de áreas abiertas y vías para evitar la generación de polvo. Control del polvo - \$1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			1200.00
Plan de Comunicación - Realizar reuniones con los habitantes de la zona para dar a conocer los lineamientos establecidos, procesos a ejecutar, planes de contingencia, plan de manejo ambiental, políticas y para receptor información y/o suge216 Volante informativo: \$17.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-				233.42
Plan de Relaciones Comunitarias - Mantener una buena comunicación con los habitantes de la zona, dando información necesaria sobre el proyecto a ejecutarse. Volante informativo: \$17.42	-			-									17.42
Plan de Seguridad y Salud - Colocación de pasos peatonales necesarios debidamente señalizados para la comunidad en la zona donde se realizará la obra. Pasos peatonales - \$420.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-				420.64
- Instalar rótulos de advertencia o prevención de riesgos a lo largo de toda la obra. Rótulos Característicos del proyecto - \$536.65 Rótulos de señalización empotrados - \$511.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1048.51
- Utilizar conos para indicar el lugar de maniobras y operaciones. Conos de señalización - \$ 250.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250.00
- Utilizar cintas de seguridad reflexiva y vallas de seguridad para confinar el lugar de maniobras y operaciones. Cinta reflectiva - \$366.36 Tanques de tool - \$99.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	565.53
- Confinamiento de los frentes de obra y otros sitios Cerramiento de tool - \$368.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	368.67
TOTAL USD: Tres mil cuarenta y siete dólares con 46/100													3047.46
* Los costos marcados, corresponden a aquellos que en el cronograma aplican a más de una actividad, sin embargo no se los suma al costo final total.													
Nota. Formato SUMA Elaborado por: Andrés Vaca													

Las actividades de mantenimiento de las redes del sistema de alcantarillado, serán permanentes a lo largo de la vida útil del proyecto, estas actividades son competencia de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) mediante sus programaciones. Los costos de mantenimiento y operación los asume igualmente la empresa por administración directa.

CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO DETALLADO Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO

5.1 Presupuesto detallado

El siguiente presupuesto se lo realizo con los volúmenes de obra y empleando los rubros utilizados para la contratación de proyectos en la EPMAPS.

Tabla 68 <i>Presupuesto del Proyecto</i>						
N#	COD.	DESCRIPCION	U	CANT.	P.U (\$)	TOTAL (\$)
CA01 MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1	01.001 4.02	REPLANTEO Y NIVELACION	m	7.606,12	1,46	11.135,36
2	01.002 4.05	DESBROCE, LIMPIEZA Y ACOPIO (SE PAGARA EN ha)	u	2,40	211,50	507,60
3	01.003 4.01	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)	m3	969,34	6,29	6.094,63
4	01.003 4.24	EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=0.00-2.75m (EN TIERRA)	m3	15.714,73	2,26	35.496,75
5	01.003 4.25	EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=2.76-3.99m (EN TIERRA)	m3	2.566,95	2,55	6.534,02
6	01.003 4.26	EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=4.00-6.00m (EN TIERRA)	m3	4.027,67	2,65	10.674,23
7	01.003 4.36	EXCAVACION A MAQUINA CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	m3	100,00	4,57	456,74
8	01.003 4.4	EXCAVACION A MAQUINA EN FANGO	m3	100,00	6,30	629,83
9	01.004 4.01	RASANTEO DE ZANJA A MANO	m2	6.633,64	0,75	4.989,56
10	01.005 4.01	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m3	21.369,06	1,94	41.520,94
11	01.005 4.03	RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO	m3	427,38	6,21	2.653,52
12	01.007 4.02	ACARREO MECANICO HASTA 1 km (carga,transporte,volteo)	m3	919,44	1,94	1.784,41
13	01.007 4.63	SOBREACARREO (transporte/medios mecánicos) (SE PAGARA EN m3/km)	m3-km	11.952,72	0,21	2.500,32
14	01.008 4.01	ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA	m2	5.306,55	4,35	23.069,48
CA02 TUBERIAS						
15	03.004 4.04	TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST)	m	5.149,38	34,00	175.095,40

N#	COD.	DESCRIPCION	U	CANT.	P.U (\$)	TOTAL (\$)
16	03.004 4.05	TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST)	m	1.202,21	54,40	65.404,07
17	03.004 4.08	TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST)	m	139,66	82,99	11.589,99
18	03.004 4.83	TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 600MM (MAT.TRAN.INST)	m	215,20	109,60	23.586,61
19	03.004 4.84	TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 700MM (MAT.TRAN.INST)	m	156,34	151,39	23.667,87
20	03.004 4104	TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 750MM (MAT.TRAN.INST)	m	579,33	178,99	103.692,65
CA03 POZOS DE REVISIÓN TIPO B1						
21	03.007 4.01	POZO REVISION H.S. H=1.26-1,75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	6,00	629,70	3.778,17
22	03.007 4.16	POZO REVISION H.S. H=1.76-2,25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	54,00	659,27	35.600,56
23	03.007 4.17	POZO REVISION H.S. H=2.26-2.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	20,00	713,53	14.270,55
24	03.007 4.24	POZO REVISION H.S. H=2.76-3.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	26,00	762,95	19.836,80
25	03.007 4.18	POZO REVISION H.S. H=3.26-3.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	7,00	810,97	5.676,80
26	03.007 4.19	POZO REVISION H.S. H=3.76-4.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	5,00	872,30	4.361,48
27	03.007 4.2	POZO REVISION H.S. H=4.26-4.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	1,00	933,27	933,27
28	03.007 4.21	POZO REVISION H.S. H=4.76-5.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	3,00	968,41	2.905,22
29	03.007 4.22	POZO REVISION H.S. H=5.26-5.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	1,00	1.003,35	1.003,35
30	03.007 4.23	POZO REVISION H.S. H=6.26-6.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	1,00	1.201,96	1.201,96
31	03.007 4.24	POZO REVISION H.S. H=7.76-8.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	1,00	1.306,99	1.306,99
32	03.007 4.25	POZO REVISION H.S. H=8.26-10.75M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	1,00	1.775,69	1.775,69
33	03.007 4.26	POZO REVISION H.S. H=10.76-13.25M (TAPA, CERCO Y PELDAÑOS)	u	5,00	2.314,78	11.573,88
CA04 POZO TIPO PARA SALTOS B2						
34	01.009 4.01	ACERO REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ² (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	kg	35.681,00	1,95	69.693,56
35	01.009 4.02	MALLA ELECTROSOLDADA 10.10	m ²	60,76	11,17	678,96
36	01.010 4.07	ENCOFRADO/DESENCOFRADO TABLERO CONTRACHAPADO	m ²	99,82	12,75	1.273,12

N#	COD.	DESCRIPCION	U	CANT.	P.U (\$)	TOTAL (\$)
37	01.010 4.12	ENCOFRADO/DESENCOFRADO METALICO POZO DE REVISION	m2	953,93	8,06	7.690,79
38	01.011 4.04	HORMIGON SIMPLE $f_c=210\text{kg/cm}^2$	m3	10,00	127,87	1.278,69
39	01.011 4.05	HORMIGON SIMPLE $f_c=240\text{ kg/cm}^2$	m3	154,00	135,50	20.867,15
40	01.011 4.37	HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO $f_c=140\text{KG/CM}^2$	m3	4,25	116,76	496,60
41	01.012 4.03	JUNTAS IMPERMEABLES PVC 18 CM	m	291,28	8,81	2.566,52
42	01.016 4.09	MATERIAL DE MEJORAMIENTO	m3	18,23	19,25	350,92
43	01.025 4.01	ESTRIBO DE POZO FI 16mm (PROVISION Y MONTAJE)	u	450,00	5,66	2.544,80
44	03.010 4.14	TAPA CON CERCO HF D=600MM (MAT,TRANS,INST)	u	31,00	163,35	5.063,89
45	99.004. 5.16	GEOMALLA BIAXIAL 300G/M ²	m ²	124,00	6,59	817,00
CA05 CONEXIONES DOMICILIARIAS						
46	01.003 4.01	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)	m3	858,00	6,29	5.394,59
47	01.003 4.02	EXCAVACION ZANJA A MANO H=2,76-3,99m (EN TIERRA)	m3	1.054,56	8,90	9.388,54
48	01.005 4.01	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m3	1.891,65	1,94	3.675,55
49	01.007 4.02	ACARREO MECANICO HASTA 1 km (carga, transporte, volteo)	m3	20,91	1,94	40,58
50	01.007 4.63	SOBREACARREO (transporte/medios mecánicos) (SE PAGARA EN m3/km)	m3-km	188,19	0,21	39,37
51	01.041. 4.02	ENSAYO COMPACTACION CON DENSIMETRO NUCLEAR PARA CONEXIONES DOMICILIARIAS, ALCANTARILLADO	u	130,00	19,65	2.554,50
52	03.004. 4.01	TUBERIA PVCV UE ALACANTARILLADO D.DN.I 160 mm (mat.trans.inst.)	m	1.040,00	9,88	10.274,14
53	03.006. 4.27	SILLA Y 300 X 160 mm (MAT.TRANS. INST.)	u	30,00	19,65	589,60
54	03.006. 4.07	SILLA Y 400 X 160 mm (MAT.TRANS. INST.)	u	25,00	26,05	651,33
55	03.006. 4.31	SILLA Y 500 X 160 mm (MAT.TRANS. INST.)	u	25,00	28,99	724,78
56	03.006. 4.33	SILLA Y 600 X 160 mm (MAT.TRANS. INST.)	u	25,00	36,19	904,78
57	03.006. 4.29	SILLA Y 700 X 160 mm (MAT.TRANS. INST.)	u	20,00	40,99	819,82
58	03.006. 4.43	SILLA Y 750 X 160 mm (MAT.TRANS. INST.)	u	5,00	44,59	222,96

N#	COD.	DESCRIPCION	U	CANT.	P.U (\$)	TOTAL (\$)
59	03.008. 4.01	CAJA DOMICILIARIA H=0,60-1,50m CON TAPA H.A	u	130,00	103,68	13.479,05
CA06 SEÑALIZACION Y MITIGACION AMBIENTAL						
60	01.018 4.66	TANQUE DE TOL DE 55 GLNS (PROVISION Y MONTAJE)	u	8,00	12,40	99,17
61	01.022 4.07	POLIETILENO 2 mm	m2	20,00	0,58	11,52
62	01.024 4.01	ROTULOS CON CARACTERISTICAS DEL PROYECTO (PROVISION Y MONTAJE)	m2	8,64	62,11	536,65
63	01.024 4.02	ROTULOS DE SENALIZACION EN TOOL, POSTES HG 2" - INCL. LOGOS Y LEYENDA (PROVISION Y MONTAJE)	m2	10,00	51,19	511,86
64	01.024 4.09	CINTA REFLECTIVA - ROLLO 3" X 200 PIES (CON LEYENDA)	u	20,00	18,32	366,36
65	03.016 4.01	PASOS PEATONALES DE MADERA 1.2m ANCHO	m	4,00	13,07	52,28
66	04.020 4.37	CERRAMIENTO DE TOOL, ANGULO/TUBO RECT., PINGO/VIGA (SUMINISTRO, MONTAJE Y PINTURA)	m2	4,00	32,00	127,98
67	07.005 4.07	VOLANTE INFORMATIVO - HOJA A5 (INCLUYE DISTRIBUCION)	u	200,00	0,09	17,42
68	07.005 4.30	CHARLA EDUCATIVA-PUBLICITARIA	u	3,00	72,00	216,00
CA07 TRABAJOS VARIOS						
69	01.011 4.07	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA (fc=180 KG/CM2)	m3	20,00	116,04	2.320,90
70	01.032 4.01	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	500,00	2,08	1.038,00
71	01.036 4.54	ELABORACION DE PLANO AS BUILT LAMINA, TAMAÑO A0 O A1	u	15,00	45,30	679,50
72	01.039 4.13	DESEMPEDRADO	m2	600,00	1,90	1.141,34
73	05.007 4.02	SAQUILLO YUTE (TERROCEMENTO)	u	1.000,00	2,05	2.049,60
74	05.016 4.03	REEMPEDRADO	m2	600,00	5,08	3.046,32
75	04.027. 4.05	PICADO DE HORMIGON (TUBERIA)	m2	300,00	2,25	674,50
76	03.009. 4.01	SUMIDERO CALZADA CERCO / REJILLA HF (PROVISION Y MONTAJE)	u	336,00	152,76	51.326,33
PRECIO : USD			TOTAL:			881.606,01
Nota. Formato, Código, Descripción, unidad, base de datos precios referenciales de la EPMAPS, noviembre 2016 Elaborado por: Andrés Vaca						

5.1 Fuentes de financiamiento

Tabla 69

Fuentes de financiamiento

COMPONENTES	FUENTES DE FINANCIAMIENTO (dólares)					
	EXTERNAS			INTERNAS		
	CREDITO	COOPERACION	CREDITO	FISCALES	AUTOGESTION	A. COMUNIDAD
1.- Obras de conducción terciarias conectadas hacia las acometidas domiciliarias				50.698,81		
2.- Obras de conducción primarias y secundarias en el eje de las vías públicas y redes marginales				551.083,98		
3.- Pozos de inspección (tipo B1 y B2)				217.546,72		
4.- Obras de recolección de aguas pluviales				62.276,50		
SUBTOTAL:				\$881.606,01		
INVERSIÓN TOTAL:				\$881.606,01		

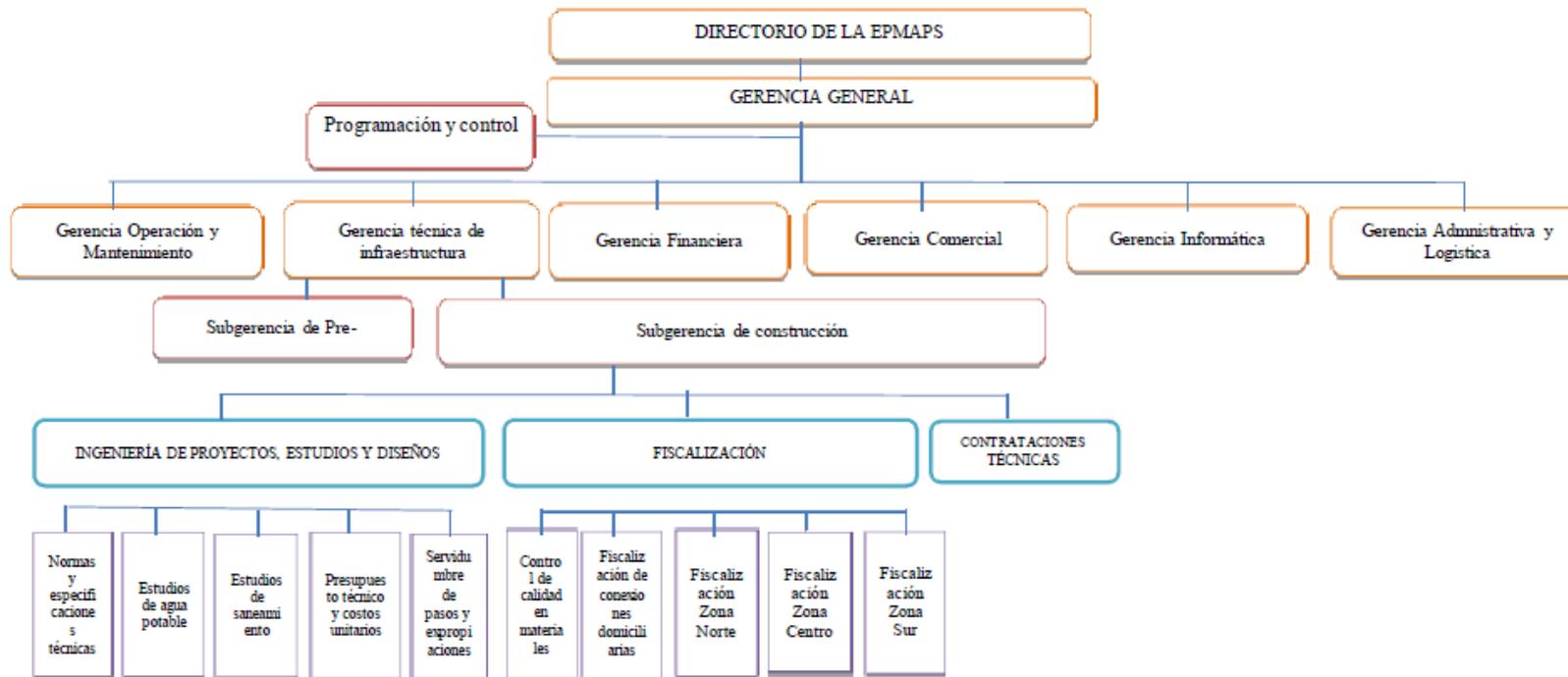
Nota. Tabla en base al formato SENPLADES, 2015

Elaborado por: Andrés Vaca

CAPÍTULO 6. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN

6.1 Estructura operativa

Figura 44
Estructura Operativa del Proyecto



Nota. Estructura Operativa EPMAPS, 2015
Elaborado por: Andrés Vaca

6.2 Arreglos institucionales

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) invertirá en el proyecto de acuerdo a políticas internas, además una vez concluido el proyecto la empresa se encargará de la operación y administración del mismo.

La construcción del proyecto se realizará según las normas para contratación públicas de proyecto en el Ecuador, es decir mediante concurso público a través del Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP)

La ejecución del proyecto se coordinará con el Municipio Metropolitano de Quito y la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA).

6.3 Cronograma valorado por componentes y actividades

En el anexo 22 se presenta el cronograma valorado de trabajos con su respectiva curva de inversión.

CAPÍTULO 7. ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

7.1 Monitoreo de la ejecución

La Empresa Pública de Agua Potable y Saneamiento se encarga de la ejecución, supervisión y mantenimiento del proyecto, por lo que interinstitucional dispone del departamento de fiscalización donde sus técnicos se encargan de supervisar al contratista del proyecto a través de:

- Informes
- Inspección insitu
- Revisión del libro de obra
- Control de materiales
- Control de mano de obra
- Planillas
- Registro fotográfico
- Visitas periódicas
- Control del cronograma de avance.
- Aplicación de especificaciones técnicas.

7.2 Evaluación de resultados e impactos

Se sujetará al plan de manejo ambiental del proyecto establecido en la sección 4.3.2.9 y su total cumplimiento supervisado por el Departamento de Gestión Ambiental Empresarial y la Unidad de Ingeniería Ambiental y Ecoeficiencia de la EPMAPS.

CONCLUSIONES

- El área de implantación del proyecto es de 60,20 Ha, con una población demandante efectiva al año 2015 de 4740 habitantes; y se determinó que al final del periodo de diseño (30 años) la población beneficiada será de 11914 habitantes.
- El levantamiento topográfico se lo realizó en coordenadas TMQUITO WGS84, las redes diseñadas se abscisa cada 10m para definir el perfil del terreno natural.
- En base a los ensayos S.P.T y proctor modificado del estudio geotécnico se obtuvo un suelo limo-arcilloso.
- El estudio hidrológico determinó que las precipitaciones medias desde el año 2002 al 2011, en el mes de enero a mayo se mantienen fluctuando alto en valores mayores de 150 mm, teniendo un pico de 202,45 mm en el mes de abril, y desde el mes de junio a septiembre los valores se mantienen fluctuando bajo en valores menores de 100 mm, teniendo el pico más bajo en el mes de Agosto con 49,90 mm, finalmente desde el mes de octubre a diciembre, el mayor pico se da en el mes de diciembre con 207,65 mm por lo que el mes con mayor precipitación media es el mes de diciembre.
- En la fase de diseño se propone dos alternativas de sistemas de alcantarillado para la comparación técnica y económica, sistema independiente y combinado.
- Ese utilizará tubería PVC para el diseño ya que actualmente es la mejor opción para la construcción por su manejabilidad, puesta en obra y costos.
- Para la alternativa de sistema de alcantarillado combinado se consideró dos descargas hacia la red principal, la primera que comprende una tubería de 400 mm al pozo existente E13 de la red principal en la calle río Napo y la segunda descarga será con tubería de 750 mm al pozo existente B58 de la red principal existente en la calle río Napo.
- En el proyecto se consideran tuberías PVC de diámetros 300, 400, 500, 600, 700 y 750mm en una longitud de 7442.12m, las conexiones domiciliarias se tiene calculado aproximadamente para unas 200, y se proyectarán 132 pozos de revisión tipo B1, también se prevé la construcción de 31 pozos de salto tipo B2 de H.A.
- Debido a la escorrentía superficial recolectada y la topografía se calculó 336 sumideros tipo estándar utilizadas por la EPMAPS.

- Las especificaciones técnicas del proyecto son las de la EPMAPS, las mismas que son aplicables para cualquier tipo de proyecto de saneamiento, los planos están bajo las normativas de dibujo de la EPMAPS.
- Una vez obtenido los volúmenes de obra, el presupuesto referencial (inversión) es de \$ 881.606,01 dólares americanos, no se incluye el IVA, pero el costo indirecto es del 20%.
- El flujo de caja se estimó a 30 años que corresponde a la vida útil del proyecto, los indicadores económicos: TIR = 37%, VAN = \$459.808,32, B/C = 3.27, lo que resulta en un proyecto socialmente viable.
- La ficha ambiental se realizó en base al manual de la categoría II, lo cual dispone un Plan de Manejo Ambiental, y donde se incluirán los siguientes planes: prevención y mitigación de impactos, manejo de desechos, comunicación y capacitación, relaciones comunitarias, contingencias, seguridad y salud ocupacional, monitoreo y seguimientos, rehabilitación de áreas contaminadas y cierre, abandono y entrega.
- La ejecución del proyecto será en 12 meses, con una población beneficiada inicial de 4740 personas; el proyecto debería poseer una cuadrilla mínima de 44 obreros distribuidos en 2 frentes de trabajo, con esta cantidad de obreros se estimó el cronograma valorado.

RECOMENDACIONES

- Se deberá realizar el registro del proyecto en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) del Ministerio de Ambiente, para obtener el certificado de intersección automático y así continuar con el proceso de la licencia ambiental previa a la ejecución del proyecto.
- La campaña de sociabilización del proyecto en el barrio es de vital importancia, para medir el nivel de compromiso y colaboración de los moradores.
- Al momento de realizarse la excavación tanto para pozos, y zanjas para colocación de tuberías se debe entibar y apuntalar para evitar accidentes por deslizamientos de masas de tierra.
- El proyecto se diseñó en base al estado actual del área de influencia, es decir como el barrio Miranda Alto está en pleno crecimiento y posee un bajo nivel de consolidación, se utiliza un coeficiente de escorrentía que corresponde a una zona con vegetación, el mismo que es directamente proporcional al aplicar el método racional en el cálculo de caudales pluviométricos que sirve para definir el diámetro de tubería, por lo que se recomienda modificar los parámetros correspondientes en caso de que exista una variación en el estado actual del área de influencia.
- Los precios unitarios y costos de materiales son del año 2016; por lo tanto se recomienda actualizar los precios o elaborar la correspondiente fórmula polinómica que modifique el presupuesto del contrato a los valores actuales del mercado.
- La construcción de los sumideros serán construidos una vez que se coloque la capa de rodadura en las vías del Barrio Miranda Alto.

LISTA DE REFERENCIAS

- Chow, V. T. (1994). *Hidrología aplicada*. Colombia: Martha Edna Suárez.
- Chow, V. T. (1994). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Colombia: Martha Edna Suárez.
- EPMAPS. (2009). *Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAPQ*. Quito: V&M Gráficas.
- Gobierno Provincial Pichincha. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Amaguaña 2012-2025*. Quito: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Amaguaña.
- Gobierno Provincial Pichincha. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Conocoto 2012-2025*. Quito: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Conocoto.
- Juan José Bolinaga et al. (1999). *Proyectos de Ingeniería Hidráulica*. Caracas: Fundación Polar.
- Sandoval, R. (1993). *Principios de la Hidráulica*. Quito: Escuela Politécnica del Ejército.
- Sanitarias, I. E. (1992). *Normas Técnicas de diseño para los sistemas de agua Potable y eliminación de residuos líquidos para poblaciones con más de 1000 habitantes*. Quito: Subsecretaría de Saneamiento Ambiental.
- Gobierno Nacional de la República del Ecuador. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Ecuador: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo.
- Devincenzi, M., Frank, N., (2004). “*Ensayos geotécnicos in situ. Su ejecución e interpretación*”. Manual de realización de ensayos “in situ” de la empresa IGEOEST
- Perez, L., Perez, S., (2003). “Nociones Sobre Cálculo Estructural de Conducciones Enterradas”.
- EPMAPS, (2013) “*EIA EXPOST CENTRO OCCIDENTE*”
- EPMAPS, (2014) “*Manual de seguridad, salud, ambiente, riesgos y relaciones comunitarias en la ejecución de obras de la EPMAPS*”