

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado separado sanitario - pluvial y tratamiento de las aguas servidas para el barrio Chiriboga y recinto El Rocío, en la parroquia de Lloa, cantón Quito, provincia de Pichincha.”

TOMO I

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Elaborado por:

CHRISTIAN PATRICIO OCAMPO ANDRADE

SANGOLQUÍ, Julio de 2013

RESUMEN

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS-Q) en convenio con la Escuela Politécnica del Ejército, han considerado elaborar los estudios y diseños del proyecto del Sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales para el barrio llamado Chiriboga y el recinto El Rocío, ubicados en la parroquia de Lloa, cantón Quito, provincia de Pichincha,

El presente proyecto de alcantarillado separado (sanitario y Pluvial), se construirá en el año 2014. Con este proyecto lo que se conseguirá es una mejora en la calidad de vida de los moradores del sector, a fin de contar con un sistema confiable y seguro, que garantice una disposición de aguas conforme con las regulaciones ambientales y especificaciones técnicas previstas por la Subsecretaria de Medio Ambiente.

La memoria técnica cubre el diagnóstico de la situación, las alternativas analizadas, la evaluación económica-financiera y ambiental de las mismas, así como la recomendación sobre las alternativas seleccionadas, y finalmente la estimación de los costos de los componentes del proyecto y los presupuestos de inversión y operación correspondientes.

ABSTRACT

The Metropolitan Public Company of Water Supply and Sanitation of Quito city (EPMAPS-Q), in agreement with the Army Polytechnic School (ESPE), have considered making studies and designs for the Project of the Sewer System and Wastewater Treatment for the neighborhood called "Chiriboga" and the precinct called "El Rocío", both located in the parish of Lloa, district of Quito at Pichincha province,

This project of separated sewer (sanitary and pluvial), will be built in 2014. What will be achieved with this Project is an improvement in the quality of life for residents of the community, in order to have a reliable and secure system that ensures water disposal in accordance with environmental regulations and technical specifications provided by the Secretary of Environmental Services.

The technical report covers the diagnosis of the situation, the alternatives analyzed, economic, financial and environmental evaluation, as well as, the recommendation on the selected alternatives, and finally the cost estimate of components of the project's and budgets for investment and operation in each.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Christian Patricio Ocampo Andrade como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

Sangolquí, Julio de 2013

Ing. Milton Silva Cuissana

Director de Tesis

Ing. José Luis Carrera

Codirector de Tesis

REVISADO POR

Ing. Jorge Zúñiga

Director de la Carrera de Ing. Civil

Christian Patricio Ocampo Andrade

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

CHRISTIAN PATRICIO OCAMPO ANDRADE,

Declaro que:

El proyecto de grado denominado **“Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado separado sanitario - pluvial y tratamiento de las aguas servidas para el barrio Chiriboga y recinto El Rocío, en la parroquia de Lloa, cantón Quito, provincia de Pichincha”**, ha sido desarrollado en base a una investigación adecuada, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas indicadas, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí. 02 de julio de 2013.

EL AUTOR

Christian Patricio Ocampo Andrade

AUTORIZACIÓN

Yo, CHRISTIAN PATRICIO OCAMPO ANDRADE, autorizo la publicación de la presente tesis de grado en la biblioteca virtual de la ESPE.

Sangolquí, Julio de 2013

Sr. Christian Ocampo Andrade

EGRESADO

DEDICATORIA

A la ira, a la felicidad y al tiempo

Christian

AGRADECIMIENTO

“Tanta gente a quien me debo el ser cada día mejor y tan corto el tiempo para decirles a todos mil gracias por hacerme quien soy”.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR

Christian Patricio Ocampo Andrade

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Ing. Jorge Zúñiga Gallegos

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

Ing. Amparito Navas P.

Lugar y fecha: SANGOLQUÍ, 02 de julio de 2013

Christian Patricio Ocampo Andrade

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1.	Objetivo y alcance.....	2
1.2.	Antecedentes	3
1.3.	Aspectos físicos y geográficos.....	3
1.3.1.	Ubicación geográfica	4
1.3.2.	Características físicas.....	5
1.3.3.	Infraestructura	7
1.4.	Aspectos naturales	9
1.4.1.	Características climáticas.....	9
1.4.2.	Recursos Hídricos	15
1.5.	Aspectos ambientales.....	16
1.5.1.	Riesgos naturales	16
1.6.	Aspectos socio-económicos	16
1.6.1.	Información demográfica.....	16
1.6.2.	Población total	17
1.6.3.	Nivel de instrucción	18
1.6.4.	Población actual y futura	19
1.6.5.	Población económicamente activa.....	19
2.	BASES DE DISEÑO	21
2.1.	Parámetros de diseño	21
2.1.1.	Tipos de Sistema.....	21

2.1.1.1.	Alternativas de diseño.....	21
2.2.	Diagnóstico	22
2.2.1.	Zona y nivel de servicio.....	23
2.3.	Sistema a aportarse y justificación.....	23
2.4.	Período de diseño.....	24
3.	HIDROLOGÍA URBANA.....	27
3.1.	Análisis poblacional.....	27
3.1.1.	Tasa de crecimiento y densidad de la población.....	27
3.1.2.	Dotación.....	32
3.2.	Calculo de la población.....	35
3.2.1.	Población actual	35
3.2.2.	Población futura	35
3.3.	Áreas de aportación.....	40
3.4.	Caudales de diseño.....	40
3.4.1.	Caudal de aguas residuales.	41
3.5.	Caudal pluvial	43
3.5.1.	Coefficiente de escurrimiento	44
3.5.2.	Periodo de retorno.....	46
3.5.3.	Tiempo de concentración.....	47
3.5.4.	Intensidad de aguas lluvias.	48
3.5.5.	Intensidad máxima diaria.....	49
4.	CÁLCULOS Y DISEÑO.....	52

	XI
4.1.	Descripción de las redes..... 52
4.2.	Consideraciones de la red 55
4.2.1.	Velocidad de diseño 55
4.2.2.	Tuberías..... 57
4.2.3.	Profundidades. 59
4.2.4.	Pozos de revisión. 60
4.2.5.	Conexiones domiciliarias..... 63
4.2.6.	Sumideros. 65
4.2.7.	Descargas 67
4.3.	Diseño hidráulico. 68
4.3.1.	Resultados obtenidos. 68
5.	MECÁNICA DE SUELOS..... 69
5.1.	Objetivo del estudio 69
5.2.	Objetivos específicos 69
5.3.	Trabajos de campo 70
5.3.1.	En la red de alcantarillado..... 70
5.4.	Trabajos de laboratorio 70
5.4.1.	Ensayos de laboratorio..... 70
5.5.	Descripción de los suelos encontrados 71
5.6.	Conclusiones del estudio de suelos..... 71
5.7.	Recomendaciones del uso de suelo..... 72
6.	TRATAMIENTO..... 73

6.1.	Descripción del sistema de tratamiento	74
6.1.1.	Tanque séptico	74
6.3.	Diseño de las unidades de tratamiento.....	76
6.3.1.	Capacidad.....	76
6.4.	Mantenimiento	76
6.5.	Filtro Anaeróbico.....	76
7.	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	78
7.1.	Objetivos Específicos:	78
7.1.1	Etapa 1: Identificación.....	78
7.1.2	Etapa 2: Descripción y análisis.....	79
7.2.	Características físicas ambientales.....	80
7.2.1.	Ubicación.....	80
7.2.2.	Topografía.....	80
7.2.3.	Recursos hídricos.....	81
7.2.4.	Flora y fauna.....	81
7.2.5.	Uso del suelo.....	82
7.2.6.	Aspectos socio-económicos.....	83
7.2.	Necesidad de evaluación de impactos.....	83
7.3.	Determinación y evaluación de impactos ambientales.....	83
7.3.1.	Generalidades.....	84
7.3.1.	Metodología de evaluación.....	84

7.3.2.	Identificación de Factores ambientales.....	84
7.4.	Determinación y evaluación de impactos ambientales.....	86
7.5.	Medidas de mitigación.....	87
8.	PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN.....	90
8.1.	Presupuesto.....	90
8.2.	Análisis de precios unitarios.....	90
8.2.1.	Análisis de costos de mano de obra.....	91
8.2.2.	Costos de maquinaria.....	91
8.2.3.	Análisis de costos indirectos.....	91
8.2.4.	Tabla y cantidades de precios.....	92
8.3.	Presupuesto del alcantarillado separado y la planta de tratamiento.....	92
8.4.	Cronograma valorado de actividades.....	93
8.5.	Especificaciones técnicas.....	93
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
9.1.	Conclusiones.....	94
9.2.	Recomendaciones.....	95

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.01: Datos de la Estación Meteorológica.....	10
Tabla 1.02: Valores Medios Mensuales de Temperatura.....	10
Tabla 1.03: Valores Medios Mensuales de Humedad Relativa.....	11
Tabla 1.04: Valores Medios Mensuales de Nubosidad.....	12
Tabla 1.05: Distribución porcentual de la dirección del viento.....	13
Tabla 1.06: Valores Característicos de Pluviosidad Mensual.....	15
Tabla 1.07: Valores Característicos de Pluviosidad Anual.....	15
Tabla 1.08: Poblaciones actual y de saturación.....	19
Tabla 2.01: Vida útil en años de un los elementos constitutivos de un sistema de Alcantarillado.....	25
Tabla 3.01: Proyección de la población de la parroquia Lloa por quinquenios según parroquias.....	28
Tabla 3.02: Densidad poblacional de la parroquia Lloa y tasa de crecimiento.....	30
Tabla 3.03: Viviendas particulares y colectivas de la Administración Zonal Eloy Alfaro, por condición de ocupación, ocupantes según barrio sector	31
Tabla 3.04: Dotaciones Recomendadas (EX-IEOS).....	33
Tabla 3.05: Dotaciones para edificaciones de uso específico.....	34
Tabla 3.06: Proyección Estadística – Barrio Chiriboga.....	37
Tabla 3.07: Proyección Estadística – recinto El Rocío.....	38
Tabla 3.08: Valores del factor de Infiltración según tipo de sistema.....	42
Tabla 3.09: Coeficientes de Escurrimiento.....	45

Tabla 3.10: Valores de periodo de retorno para los elementos de un sistema de alcantarillado.....	46
Tabla 4.01: Dimensiones del Proyecto.....	54
Tabla 4.02: Coeficiente de Rugosidad.....	56
Tabla 4.03: Velocidades en los conductos.....	57
Tabla 5.01: Resumen resultados exploración – muestra 1.....	71
Tabla 5.02: Resumen resultados exploración – muestra 2.....	71
Tabla 7.01: Factores ambientales sensibles.....	85
Tabla 7.02: Factores en las fases del proyecto.....	86
Tabla 8.01: Análisis de costos indirectos para el proyecto.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Esquema general del barrio Chiriboga y el recinto El Rocío.....	5
Figura 1.2: Esquema del Uso de Suelo.....	6
Figura 1.3: Rosa de los vientos - Chiriboga.....	13
Figura 1.4: Distribución Mensual de la Precipitación.....	14
Figura 3.1: Proyección de la población de la Lloa por quinquenios.....	29
Figura 3.2: Gráfica Comparativa de las Poblaciones – Chiriboga.....	38
Figura 3.3: Gráfica Comparativa de las Poblaciones – El Rocío.....	39
Figura 3.4: Zonificación de densidades de precipitación.....	49
Figura 3.5: Isolineas intensidad máxima diaria de precipitación para TR = 5 años.....	50
Figura 4.1: Tipos de canalización del fondo del pozo.....	61
Figura 4.2: Planta Pozo de revisión tipo.....	61
Figura 4.3: Corte Pozo de revisión tipo.....	62
Figura 4.4: Empalme de dos tres y cuatro canales.....	62
Figura 4.5: Planta conexión domiciliaria tipo.....	63
Figura 4.6: Corte conexión domiciliaria tipo.....	64
Figura 4.7: Sillas tipo Yee para conexiones domiciliarias y anillo de caucho.....	64
Figura 4.8: Instalación de Silla tipo Yee para conexión domiciliaria.....	65
Figura 4.9: Corte sumidero tipo.....	66
Figura 4.10: Planta sumidero tipo.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Fotografías

Anexo B Estudio de Suelos

Anexo C Cálculos Hidráulicos y Estructurales

Anexo D Planos

Anexo E Presupuesto, Cronograma Valorado, Análisis de Precios Unitarios

Anexo F Especificaciones Técnicas

Anexo G Análisis de Agua del Rio Saloya

Anexo H Matriz de Leopold

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

“CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO SANITARIO - PLUVIAL Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS PARA EL BARRIO CHIRIBOGA Y RECINTO EL ROCÍO, EN LA PARROQUIA DE LLOA, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA.”

El presente proyecto tiene como finalidad la aplicación de los parámetros de diseño, normas y códigos de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de la ciudad de Quito (EPMAPS-Quito), de ahí el producto será de gran beneficio para las comunidades de Chiriboga y el Rocío. Estas comunidades por su distancia y complejidad de arribo se convirtieron en poblaciones de desarrollo poco significativo.

La disposición de los desechos provenientes del sistema de alcantarillado serán tratados antes de que el agua sea descargada en el río Saloya, con esto se garantizará la preservación del medio ambiente.

Los estudios arrancan con el diagnóstico situacional y actual de las poblaciones, la recopilación de información referente al área del proyecto y la evaluación de problemas a ser resueltos.

Para el estudio se tomó como información base la proporcionada por las siguientes instituciones: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Instituto Geográfico Militar (IGM), Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ), y Normas Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de la ciudad de Quito (EPMAPS-Q), además de las investigaciones, salidas de campo y encuestas que fueron realizadas en la zona del proyecto.

1.1. Objetivo y alcance

El objetivo general del estudio es disponer de diseños definitivos completos del sistema de alcantarillado para el barrio Chiriboga y recinto El Rocío, en la parroquia de Lloa; diseños que serán ejecutados a la brevedad posible posterior a su aprobación y financiamiento por parte de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de la ciudad de Quito (EPMAPS-Q).

1.2. Antecedentes

El alcantarillado en la actualidad ha dejado de ser solamente el transportador de desechos domésticos hacia un medio receptor, sino también se ha convertido en una manera de preservación del medio ambiente al tratarlos antes de entregar al medio receptor agua ya libre de agentes patógenos y contaminantes. La falta de alcantarillado en los poblados que abarca este proyecto ha creado la necesidad de descargar sus aguas negras en la fuente más próxima, que es el río Saloya, contaminándolo. Es un doble problema, carencia de alcantarillado y los rústicos sistemas que tienen para desalojar las aguas negras (los pozos sépticos), se saturan rápidamente debido a la característica de los suelos y la manera artesanal con que fueron construidos, hacen que el agua proveniente de las precipitaciones se infiltre y llenen rápidamente dichos pozos.

La EPMAPS-Q ha conferido a manera de proyecto de tesis el tema: “Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado separado sanitario - pluvial y tratamiento de las aguas servidas para el barrio Chiriboga y recinto El Rocío, en la parroquia de Lloa, cantón Quito, provincia de Pichincha”, el cual daría solución a la necesidad de saneamiento requerido por estas poblaciones.

1.3. Aspectos físicos y geográficos

1.3.1. Ubicación geográfica

El barrio Chiriboga pertenece a la Parroquia rural de Lloa localizada al Suroccidente del cantón Quito, a 51 km hacia el Suroccidente de la ciudad de Quito por la antigua vía a Santo Domingo de los Colorados (actualmente Santo Domingo de los Tsachilas).

El recinto El Rocío se ubica a 806 metros sobre la misma vía antigua hacia Santo Domingo de los Tsachilas.

El área de influencia específica se encuentra entre las coordenadas geográficas:

Norte: 469.853,77 m 9°974.875,69 m

Sur: 469.911,29 m 9°974.690,21 m

Este: 470.566,51 m 9°974.647,68 m

Oeste: 469.474,44 m 9°974.632,30 m

Proyección: UTM con parámetros modificados para Quito Datum WGS84

Al estar juntas ambas poblaciones, los límites serán los mismos para las dos.

Norte: La parroquia Lloa

Sur: El sector de Alluriquin

Este: Las estribaciones de la cordillera de los Andes

Oeste: Las mismas estribaciones de la cordillera de los Andes

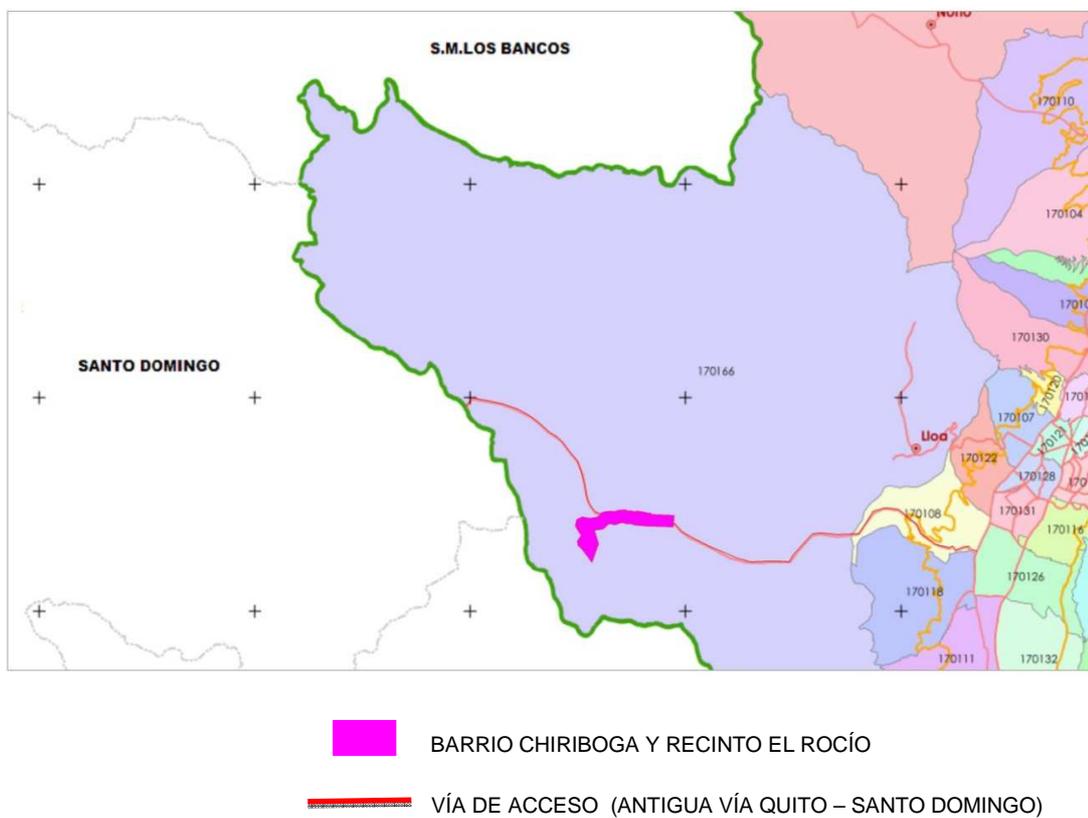


Figura 1.1: Esquema general del barrio Chiriboga y el recinto El Rocío

La red de alcantarillado a ser proyectada para el barrio tiene una longitud de 1,8 km, la misma que cubre un área de 26,42 hectáreas.

1.3.2. Características físicas

1.3.2.1. Tipo de suelo

En los ensayos que se realizaron para el proyecto, se determinó que el tipo de suelo específico es “ML - Limo arcilloso”, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS.

1.3.2.2. Uso del suelo.

De acuerdo al uso del suelo se analiza la densidad de las zonas en los dos sectores del proyecto, de ahí se define que el uso del suelo es el siguiente:

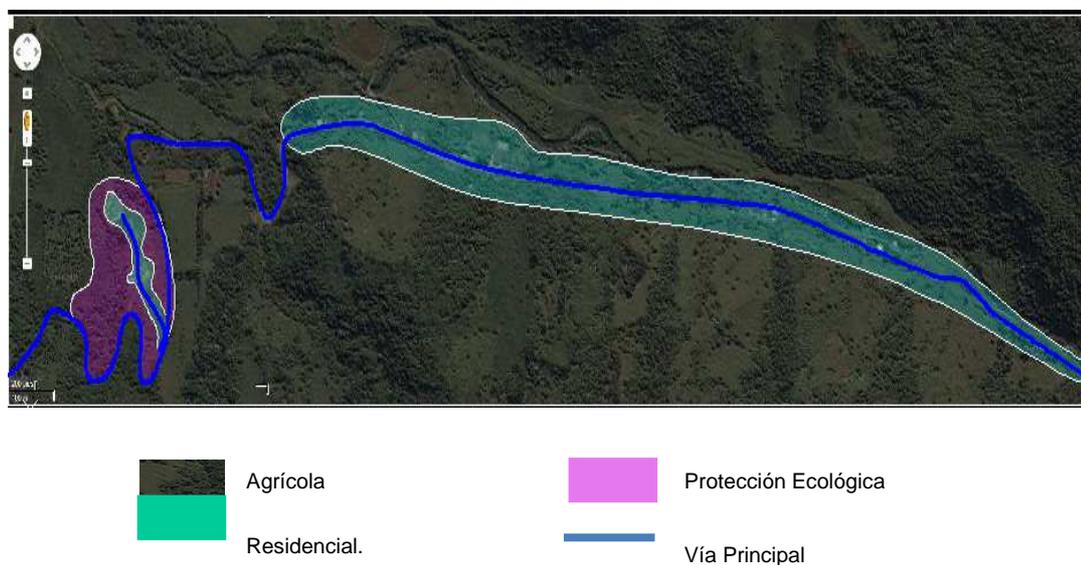


Figura 1.2: Esquema del Uso de Suelo

El barrio de Chiriboga es, en su totalidad, un sector agrícola residencial mientras que el recinto el Rocío es una aldea ecológica protegida.

La ocupación del suelo seguirá hacia una tendencia a ser residencial. Con el paso del tiempo se deberá prever que dónde hoy se realiza la actividad de agricultura, habrá, más adelante, viviendas en general.

1.3.2.3. Topografía y relieve

Al estar enclavados los dos poblados en las estribaciones de la cordillera de los Andes, la topografía del sector es variada. El terreno del barrio Chiriboga tiene una pendiente de sur a norte de 3.0 %, mientras que el terreno del recinto El Rocío tiene una pendiente de este a oeste de 6.0 %, siendo este el más irregular. Los dos sectores, presentan una configuración urbanística definida, ya que los barrios se desarrollan a lo largo de la vía principal, esto se debe a la configuración y disposición de los poblados. Las estribaciones de la cordillera obligan a la forma característica de los mismos.

1.3.3. Infraestructura

El barrio Chiriboga y el recinto el Rocío cuentan con los siguientes servicios:

1.3.3.1. Energía eléctrica

Las comunidades están dotadas de servicio eléctrico, el cual lo da la Empresa Eléctrica Quito con regularidad las 24 horas del día. Todas las viviendas habitadas cuentan con el servicio, solo aquellas que se encuentran abandonadas o en construcción carecen del mismo, así mismo las viviendas alejadas del centro poblado.

1.3.3.2. Vialidad.

Debido a que el sector ha perdido importancia comercial, la única vía de acceso a las dos comunidades, el barrio Chiriboga y el recinto el Rocío, es la antigua vía que conectaba a Quito con lo que era Santo Domingo de los Colorados. Es una ruta de cuarto orden, la cual se halla en constante mantenimiento por parte del Cuerpo de Ingenieros del Ejército y EP-Petroecuador, ya que sirve a las estaciones de reducción de presión del Oleoducto llamado Chiriboga.

El servicio de transporte público es esporádico, solo se tiene los días de feria y la movilidad de los habitantes es a través de la aparición de un vehículo que los acerque a la ciudad de Quito o al sector de Alluriquín.

En lo que se refiere a la red vial interna del barrio, la vía principal es la mencionada anteriormente y atraviesa el centro de ambos poblados. Los caminos secundarios son de tierra y piedra, se encuentran en mal estado y están faltos de obras de protección como alcantarillado y cunetas en lugares críticos.

1.3.3.3. Agua potable

El barrio Chiriboga y el recinto el Rocío no poseen una red de agua potable, la mayoría de los habitantes se sirven de agua proveniente de pozos y del agua del Rio Saloya que cruza ambos poblados.

1.3.3.4. Otros servicios

No hay acceso a telefonía en el sector, tampoco a internet, por lo que las condiciones de comunicación son muy complicadas.

1.4. Aspectos naturales

1.4.1. Características climáticas

La región se encuentra influenciada por un clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, según la clasificación regional del clima para el Ecuador, en dónde está ubicado el proyecto, se encuentra entre los 500 msnm y los 2000 msnm, teniendo una temperatura media de 15,0 ° C.

Para el estudio se consideraron dos Estaciones Climatológicas, la de Atacazo que está regulada por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS-Q) y la Estación Chiriboga que está regulada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Por la cercanía de la estación y por ser la que más se ajusta al sector de estudio, se optó por realizar los análisis en base a la información de la estación Chiriboga – M116. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de ubicación, la altitud e información adicional de la estación considerada para el estudio:

Tabla 1.01: Datos de la Estación Meteorológica

DATOS GENERALES DE LA ESTACIÓN							
Estación	Coordenadas		Altitud	Periodo Registros (años)	Código	Tipo	Institución
	Latitud	Longitud	Msnm				
Chiriboga	00°12'38'' S	78°46'55'' W	1750	1990-2010	M-116	PV	INAMHI

Fuente: INAHMI

El Tipo y Código corresponde a la denominación de las estaciones por el INAMHI.

- PV: Pluviométrica

1.4.1.1. Temperatura ambiente

La temperatura destaca por la tendencia de decrecimiento de los valores medios con la altitud. En la siguiente tabla, se presentan los valores representativos para la zona:

Tabla 1.02: Valores Medios Mensuales de Temperatura

TEMPERATURAS CARACTERÍSTICAS (°C)			
Estación	TEMPERATURAS MENSUALES		
	Media	Mínima	Máxima
CHIRIBOGA	15.0	14.0	19.0

Fuente: INAHMI

1.4.1.2. Humedad

Se expresa en porcentaje, la cantidad de vapor de agua que está presente en los estratos más bajos de la atmósfera.

La lectura de datos en la estación, se realiza diariamente en horarios de: 07h00, 13h00 y 19h00.

La siguiente tabla presenta los valores medios mensuales observados en la estación:

Tabla 1.03: Valores Medios Mensuales de Humedad Relativa

VALORES CARACTERÍSTICOS DE LA HUMEDAD RELATIVA (%)			
Estación	MEDIOS MENSUALES		
	Medio	Mínimo	Máximo
CHIRIBOGA	62	17	99

Fuente: INAHMI

1.4.1.3. Nubosidad

La nubosidad es el valor medio diario de la fracción de cielo cubierto por nubes visibles. La siguiente tabla presenta los valores medios a nivel mensual:

Tabla 1.04: Valores Medios Mensuales de Nubosidad

VALORES DE NUBOSIDAD (%)			
ESTACIÓN	MEDIOS MENSUALES		
	Medio	Mínimo	Máximo
CHIRIBOGA	5	3	7

Fuente: INAHMI

1.4.1.4. Viento

Los vientos se producen por diferencias de presión atmosférica, atribuidas, sobre todo, a diferencias de temperatura. Las variaciones en la distribución de presión y temperatura se deben, en gran medida, a la distribución desigual del calentamiento solar, junto a las diferentes propiedades térmicas de las superficies terrestres y oceánicas. Cuando las temperaturas de regiones adyacentes difieren, el aire más caliente tiende a ascender y a soplar sobre el aire más frío y, por tanto, es más pesado. Los vientos generados de esta forma suelen quedar muy perturbados por la rotación de la Tierra.

La dirección del viento predominante depende en gran medida de la morfología del área, que define el paso de los vientos y corrientes de aire.

La siguiente tabla presenta los valores porcentuales de la dirección del viento para la zona:

Tabla 1.05: Distribución porcentual de la dirección del viento

Estación Chiriboga									
Dirección	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
%	9	21	17	7	1	15	23	2	7

Fuente: INAHMI

El viento que prevalece en la lectura de datos de la estación Chiriboga es la dirección del viento oeste con 23 % de persistencia, también es frecuente la dirección Noreste con 21 %. El evento “calma” se presenta con el 7 % de frecuencia.

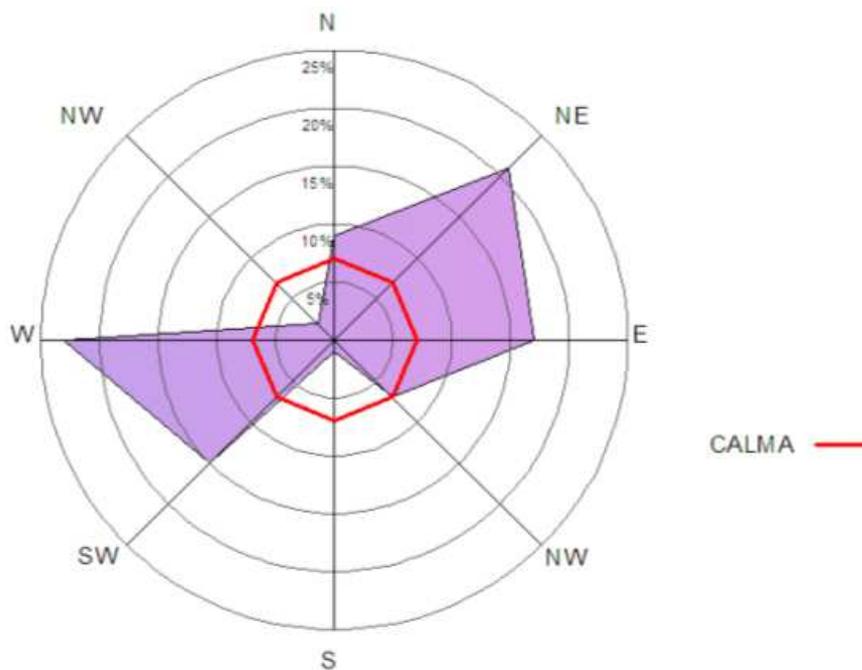


Figura 1.3: Rosa de los vientos - Chiriboga

1.4.1.5. Precipitación

La determinación del ciclo del agua para una determinada región se realiza en base a las precipitaciones que ocurren en el lugar, además de la vegetación y uso del suelo.

Debido a las dos estaciones climáticas que están muy bien marcadas en la región se puede considerar lo siguiente: el período húmedo se presenta entre los meses de noviembre a mayo, con máximos mensuales en marzo o abril; mientras que, de junio a septiembre corresponde al período seco, con mínima presencia de precipitaciones en los meses de julio o agosto, en este período incluso se tienen meses con ausencia de lluvias.

En la Figura 1.4 se incluye la distribución mensual de lluvias:

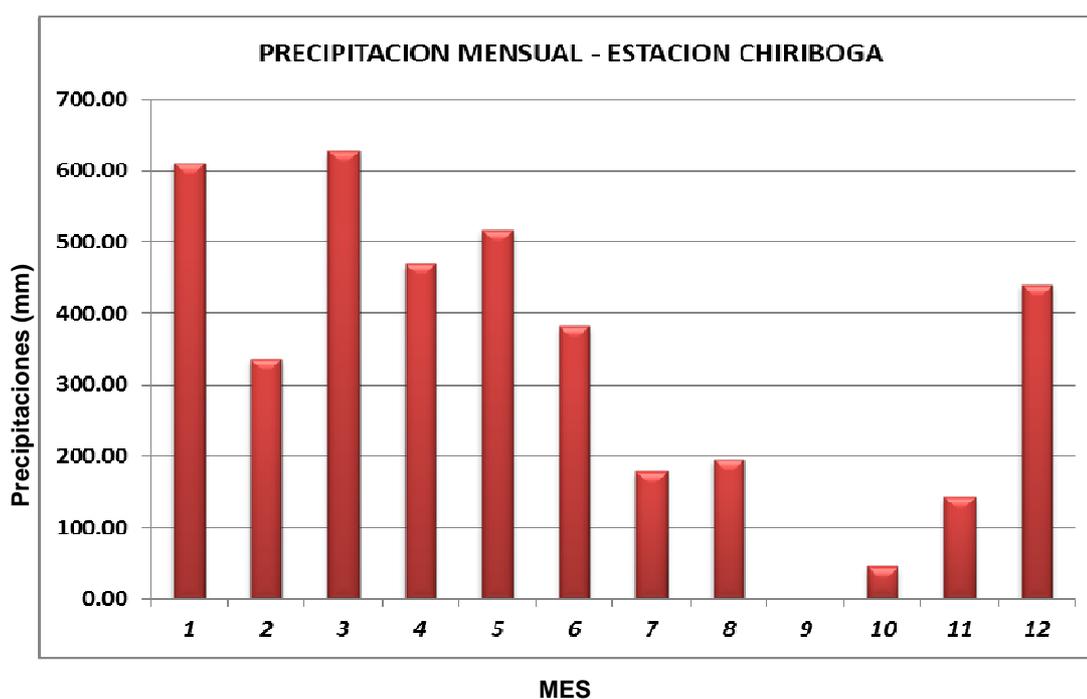


Figura 1.4: Distribución Mensual de la Precipitación

En las siguientes tablas, se exponen los valores característicos de la lluvia a nivel mensual y anual.

Tabla 1.06: Valores Característicos de Pluviosidad Mensual

VALORES CARACTERÍSTICOS DE PLUVIOSIDAD MENSUAL (en mm)			
Estación	LLUVIA MENSUAL		
	Media	Mínima	Máxima
CHIRIBOGA	328.7	0.0	627.3

Fuente: INAHMI

Tabla 1.07: Valores Característicos de Pluviosidad Anual

VALORES CARACTERÍSTICOS DE PLUVIOSIDAD ANUAL (en mm)			
Estación	LLUVIA ANUAL		
	Media	Mínima	Máxima
CHIRIBOGA	1972.1	117.6	3944.2

Fuente: INAHMI

1.4.2. Recursos Hídricos

En el sector se encuentran dos quebradas y es atravesado por el río Saloya, de ahí que el agua tratada se descargara en este río y dicho tratamiento prevé que se entregue agua sin contaminantes.

1.5. Aspectos ambientales

1.5.1. Riesgos naturales

Este estudio también contempla analizar las características geológicas de la zona, de dónde se hará una recopilación y análisis de la información existente, que permita determinar los estudios adicionales que deban realizarse en este campo.

La topografía de los poblados permite el escurrimiento fácil de las aguas lluvias por los drenajes naturales, no presenta problemas de inundaciones o deslizamientos de los taludes.

1.5.2. Niveles de Ruido.

Los poblados no tienen en sus alrededores industrias y la circulación de automotores es esporádica, por lo que no se ven afectados por la presencia de ruido.

1.6. Aspectos socio-económicos

1.6.1. Información demográfica.

Como parámetros de la información demográfica del sector se obtuvo la siguiente información:

- número de miembros del núcleo familiar
- edad
- nivel de instrucción y actividad económica
- tipo de vivienda
- abastecimiento de agua
- eliminación de excretas
- actitudes.

Esta información se tomó in-situ, encuestando a 126 familias de 126 lotes del barrio Chiriboga y a 44 familias de 44 lotes en el recinto El Rocío, desde el 29 de octubre hasta el 02 de noviembre del 2011, los cuales fueron fijados para la toma de datos a todos los habitantes pertenecientes al barrio Chiriboga y el recinto el Rocío y de esta forma poder analizar la factibilidad del proyecto.

1.6.2. Población total

Al finalizar y procesar las encuestas a los moradores del sector se obtuvo la siguiente información:

BARRIO CHIRIBOGA

La población actual es de 136 personas de las cuales 56 personas son hombres y 80 personas son mujeres.

RECINTO EL ROCÍO

La población actual es de 36 personas de las cuales 17 personas son hombres y 19 personas son mujeres.

1.6.3. Nivel de instrucción

El aspecto educativo de la población de un total de 136 habitantes del barrio Chiriboga, 130 personas tiene instrucción primaria y 3 personas son analfabetos, así también, de un total de 36 habitantes del recinto el Rocío, 36 personas tienen instrucción primaria.

La población estudiantil escolar asiste a la Escuela Padre Menthén que se encuentra en el sector. Los estudiantes de secundaria asisten a los colegios de Quito, ya que en el sector no hay instituciones de nivel secundario, de ahí que la mayoría de los pobladores solo tienen nivel académico primario y aquellos que deciden y tienen las posibilidades de un nivel académico mayor migran de los poblados, siendo esta migración definitiva.

1.6.4. Población actual y futura

En la zona del proyecto, acorde a la encuesta socio-económica, nos demuestra que cada lote deberá estar conformado por 4 habitantes promedio. La tabla 1.8 presenta las poblaciones actual y de saturación en las dos poblaciones

Tabla 1.08: Poblaciones actual y de saturación

Barrio	Numero de lotes	Numero de lotes habitados	Población actual (No. Habitantes)	Población saturación (No. Habitantes)
CHIRIBOGA	44	40	136	176
EL ROCÍO	31	11	36	124

Fuente: PROPIA

Para establecer la población con la que se ha de diseñar la red de alcantarillado, habrá de aplicarse entonces los métodos de cálculo de la población futura, los cuales están detallados en el capítulo siguiente y se escogerá el más conveniente.

1.6.5. Población económicamente activa

Para determinar la ocupación de la Población Económicamente Activa (PEA), aquella que interviene en la producción de bienes y servicios, se clasificó a los pobladores en las siguientes actividades: agrícola ganadera, obrero, jornalero, empleado y otros. En el barrio Chiriboga se pudo establecer que la PEA es de 61 habitantes, lo que significa el 45% de la población, mientras que en el recinto el Rocío, la PEA es de 30 habitantes, lo que significa el 83% de la población.

CAPÍTULO II

2. BASES DE DISEÑO

2.1. Parámetros de diseño

2.1.1. Tipos de Sistema

2.1.1.1. Alternativas de diseño

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de tres clases: combinados, separados y mixtos.

- **Sistema Combinado.-** Los sistemas de alcantarillado combinado conducen todas las aguas residuales producidas por un área urbana y, simultáneamente, las aguas de escorrentía pluvial.

- **Sistema Separado.-** Los sistemas de alcantarillado separados consisten en dos redes independientes la primera, para recoger exclusivamente aguas residuales domésticas y efluentes industriales pre tratados; y, la segunda, para recoger aguas de escorrentía pluvial.

- **Sistema mixto.-** Los sistemas de alcantarillado mixtos son una combinación de los dos anteriores dentro de una misma área urbana; esto es, una zona tiene alcantarillado separado y otra, combinado.

Un análisis técnico-económico hace que se considere la selección del tipo de sistema de alcantarillado a diseñarse para los poblados y obedece a las características de las cuencas aportantes, el régimen de lluvias de la zona, las características del cuerpo receptor y la posible reutilización del agua. Se analiza todos los aspectos y se opta por el Sistema Separado, que es el más apropiado a la realidad socio-económica del sector.

2.2. Diagnóstico

El barrio Chiriboga y el recinto el Rocío al no contar con un sistema de alcantarillado para la eliminación de las excretas, se ven obligados a realizarlo por medio de letrinas o pozos sépticos, que en algunos casos han colapsado y los cuales se las pueden observar en las aguas superficiales, con lo que se genera problemas ambientales y de salud de la población. Por otra parte, aquellos que ya han sufrido de este recurrente problema, han optado por descargar las aguas negras al río Saloya, contaminándolo.

El barrio Chiriboga, por estar dentro de la zona del sistema de parroquias occidentales del Distrito Metropolitano de Quito; está contemplado por la EPMAPS-

Q para su programa de expansión de servicio de agua potable y saneamiento, en un listado de priorización, para realizar estas obras lo antes posible.

2.2.1. Zona y nivel de servicio.

El barrio Chiriboga se encuentra atravesado por la antigua vía que va desde Quito hacia Santo Domingo de los Tachillas, teniendo un poblado definido pero que fue densificándose en las orillas de la vía, de ahí que está muy bien ordenado, a su vez, el recinto El Rocío ha sido lotizado de igual manera con orden, de manera que si es factible dotar de alcantarillado a todos los pobladores que se encuentran en el centro de ambas comunidades.

El nivel del sistema a ser adoptado para esta área será del nivel 2 y el cual se utiliza en comunidades que ya tengan algún tipo de trazado de calles, con tránsito vehicular y que tengan una mayor concentración de casas, de modo que se justifique la instalación de tuberías de alcantarillado con conexiones domiciliarias.

2.3. Sistema a aportarse y justificación.

De acuerdo con las normas de la EPMAPS-Q, se ha de adoptar como sistema de alcantarillado, el denominado SEPARADO, en toda la zona del barrio Chiriboga y el recinto El Rocío, ya que a pesar de ser una zona que tiende a urbanizarse, presenta

una baja densidad poblacional, se tiene por una parte una aldea ecológica protegida y por otro lado el Río Saloya, de ahí que está justificada la decisión de hacer un alcantarillado separado y el tratamiento de las aguas negras, en vista de la preservación del medio ambiente.

Para la descarga del caudal pluvial el sistema tendrá sitios que estarán señalados en los planos, los cuerpos receptores serán el río Saloya en el caso del barrio Chiriboga y para el recinto el Rocío, la quebrada del mismo nombre. El caudal sanitario será transportado hacia el sistema de tratamiento, que se lo realiza antes de la descarga al cuerpo receptor (río Saloya).

2.4. Período de diseño.

El período es el tiempo para el cual el sistema funcionará en forma eficiente, por su capacidad para captar, procesar y conducir el caudal de agua que es desalojado por la comunidad, también es el tiempo dónde la resistencia física de las instalaciones y la calidad del servicio son las óptimas. Dentro de la definición del período de diseño intervienen varios factores como: la vida útil de las instalaciones, obras civiles, equipos, tuberías, facilidades de construcción, tendencia de crecimiento de la población y la capacidad económica de las entidades que financiarán la construcción.

Se debe tomar en cuenta que la proyección debe realizarse para satisfacer las necesidades de la comunidad en un determinado período de tiempo, durante el cual, el sistema debe ser 100% funcional sin necesidad de ampliaciones y en ningún caso se deben proyectar obras definitivas con períodos menores a 15 años. La tabla a continuación, contiene los tiempos de vida útil de varios elementos constitutivos de un sistema de alcantarillado, según su función.

Tabla 2.01: Vida útil en años de un los elementos constitutivos de un sistema de Alcantarillado.

Obras de captación	De 25 a 50
Diques grandes y túneles	De 50 a 100
Pozos profundos	De 10 a 25
Líneas de conducción en acero o hierro dúctil	De 40 a 50
Líneas de conducción en asbesto cemento o PVC	De 20 a 30
Plantas de tratamiento	De 30 a 40
Tanques de almacenamiento o distribución	De 30 a 40
Redes de distribución de acero o hierro dúctil	De 40 a 50
Redes de distribución de asbesto cemento o PVC	De 20 a 25
Otros materiales y equipos según especificaciones de fabricante	Variable

Fuente: Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAPS-Q

De esta tabla se tiene que el período de diseño de los elementos será entre 20 y 25 años, aunque el material sea PVC, que es un material de buena duración en las condiciones del proyecto, por ser los diámetros pequeños en las conducciones, se adopta el valor de 20 años para el período de diseño.

CAPÍTULO III

3. HIDROLOGÍA URBANA

3.1. Análisis poblacional

3.1.1. Tasa de crecimiento y densidad de la población

Para la determinación de la densidad y demás parámetros se tiene en consideración las siguientes normas utilizadas por la EPMAPS-Q:

- La población al inicio del proyecto se obtendrá de los datos entregados por el Plan Maestro, los que han sido obtenidos de la progresión de los censos de población de cada una de las zonas censales del INEC.
- La EPMAPS-Q, instruirá al consultor si toma estas poblaciones o utiliza las densidades de saturación dadas por la Dirección de Planificación del Municipio de Quito.
- La población final se considerará para 20 años a partir de la fecha estimada de inicio de la operación del sistema.
- Los datos de población son importantes para escoger y dar dimensión a los elementos componentes del sistema de alcantarillado tanto sanitario, así como el tratamiento de las aguas servidas.

En el barrio Chiriboga se puede observar que existe una alta densidad poblacional en el centro, mientras que en los tramos alejados la densidad poblacional disminuye.

La Unidad de Estudios DMPT-MDMQ ha realizado el análisis de la densidad de población de toda la parroquia de Lloa, de donde se concluye que la tasa de población decrece. La tabla a continuación demuestra que las personas en el sector tienden a migrar:

Tabla 3.01: Proyección de la población de la parroquia Lloa por quinquenios según parroquias

PARROQUIAS	Tipo de Población	Población Censo		Tasa de crecimiento demográfico %	Incremento %
		1990	2001		
TOTAL ADMINISTRACIÓN		354,565	412,297	1.4	16
LLOA	Rural	1,357	1,431	0.5	5

Proyección año y Tasa de Crecimiento(tc)									
2005	tc	2010	tc	2015	tc	2020	tc	2025	tc
433,290	1.2	459,532	1.2	485,774	1.1	512,016	1.1	538,258	1.0
1,432	0.02	1,413	-0.3	1,371	-0.6	1,310	-0.9	1,230	-1.2

FUENTE: Censo de Población y Vivienda 2001; INEC

De estos datos se puede observar lo siguiente:

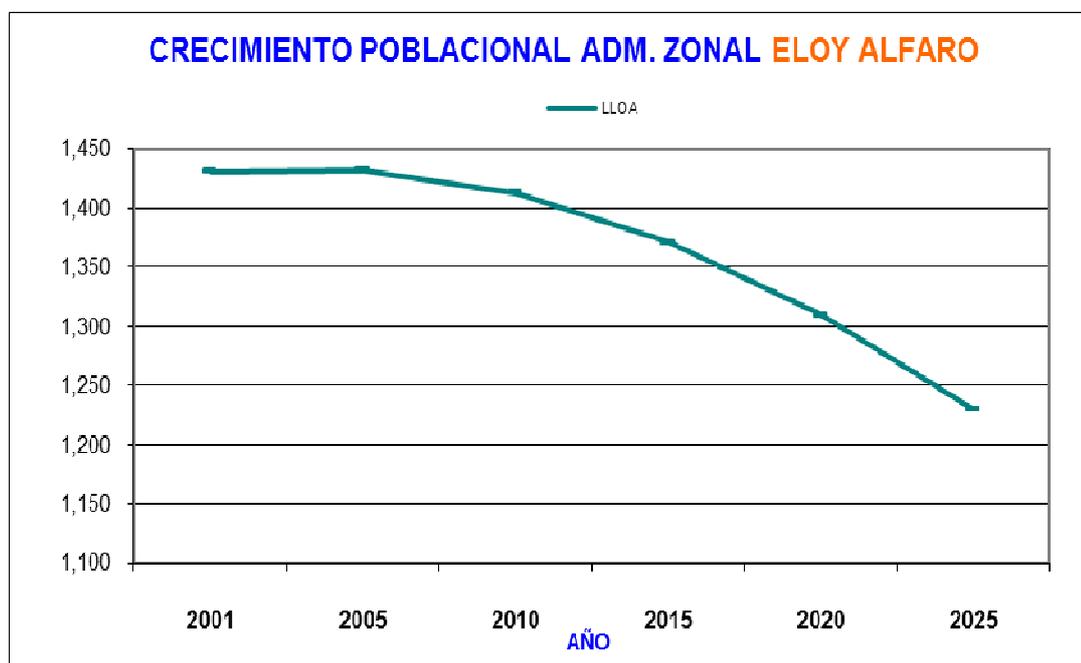


Figura 3.1: Proyección de la población de la Lloa por quinquenios

De la gráfica 3.1 se observa que la información presentada es decreciente, por tanto para el proyecto se utilizará una tasa de crecimiento demográfica de 0.5 hab./ha, como si esta fuese la tendencia a futuro de la población; la información se presenta en la tabla de Densidades a continuación:

Tabla 3.02: Densidad poblacional de la parroquia Lloa y tasa de crecimiento.

Parroquia/Administración Zonal	Eloy Alfaro	Lloa
Superficie (ha.)	58005.80	54707.10
Población - Censo 1990	354565	1357
Población - Censo 2001	412297	1431
Población - Viviendas 2001	119059	611
Densidad Demográfica (hab/ha)	7	0
Distribución Proporcional de la población 2001	25.5	0.1
Distribución Proporcional de la población 1990	22.4	0.1
Tasa de Crecimiento Demográfico 1990-2001 (%)	1.4	0.5
Incremento (%)	16.3	5.5

FUENTE: Censo de Población y Vivienda 2001; INEC

La Unidad de Estudios DMPT-MDMQ también presenta un análisis de la población por vivienda de la parroquia Lloa del Censo 2001, en la siguiente tabla se detalla la información:

Tabla 3.03: Viviendas particulares y colectivas de la Administración Zonal Eloy Alfaro, por condición de ocupación, ocupantes según barrio sector

PARROQUIA Y BARRIO SECTOR	TOTAL VIVIENDAS	CONDICIÓN DE OCUPACIÓN Y OCUPANTES								PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA PARTICULAR	
		OCUPADAS					DESOCUPADAS	EN CONSTRUCCIÓN	COLECTIVAS		
		TOTAL	CON PERSONAS PRESENTES		PERSONAS AUSENTES	VIVIENDA			OCUPANTES		
			VIVIENDAS	OCUPANTES							
LLOA	179	154	134	512	20	21	3	1	9	3.8	
Periférico Lloa	432	398	246	898	152	30	3	1	12	3.7	

FUENTE: Censo de Población y Vivienda 2001; INEC

Entonces se tiene que para el sector hay un promedio de 3.7 habitantes por vivienda, lo que equivale a tener 4 hab/vivienda.

En el barrio Chiriboga, existen 44 lotes con un promedio a futuro de 4 hab/vivienda, de lo cual existirán al final del periodo de diseño 176 personas habitando el barrio.

Pf= 176 habitantes.

Área= 2.82 Hectáreas.

$$\text{Densidad futura} = \frac{\text{Pf}}{\text{Área}} = \frac{176}{2.82} \text{ hab/Ha}$$

Densidad futura (CHIRIBOGA) \approx 62.5 Hab/Ha

En el recinto El Rocío, existen 31 lotes con un promedio a futuro de 4 hab/vivienda, de lo cual existirán al final del periodo de diseño 124 personas habitando el recinto.

$$Pf = 124 \text{ habitantes}$$

$$\text{Área} = 2.32 \text{ Hectáreas.}$$

$$\text{Densidad futura} = \frac{Pf}{\text{Área}} = \frac{124}{2.32} \text{ hab/Ha}$$

$$\text{Densidad futura (EL ROCÍO)} \approx 53.4 \text{ Hab/Ha}$$

3.1.2. Dotación

En este parámetro hay que destacar dos condiciones importantes, la primera es que ambas poblaciones no tienen servicio de agua potable, por lo que se considerará la dotación a partir de la tabla del EX Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (EX-IEOS) de acuerdo a la población:

Tabla 3.04: Dotaciones Recomendadas (EX-IEOS)

POBLACIÓN FUTURA (habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5.000	Frío	De 120 a 150
	Templado	De 130 a 160
	Cálido	De 170 a 200
De 5.000 a 50.000	Frío	De 180 a 200
	Templado	De 190 a 220
	Cálido	De 200 a 230
Más de 50.000	Frío	Más de 200
	Templado	Más de 220
	Cálido	Más de 230

FUENTE: Normas de Saneamiento EX-IEOS

La segunda consideración es que en el sitio existe una escuela y un dispensario médico, por lo que se adoptara la dotación según las Normas Ecuatorianas de la Construcción del 2011(NEC2011):

Tabla 3.05. Dotaciones para edificaciones de uso específico

TIPO DE EDIFICACIÓN	UNIDAD	DOTACIÓN
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m2 Área útil/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m2 Área útil/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante/día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m2/día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90

FUENTE: Norma Hidrosanitaria NHE Agua – NEC 2011

La dotación para el diseño es de 130 l/hab/día y en el caso de los lugares donde haya otras edificaciones que no sean viviendas, se utilizara la tabla de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2011) para definir los valores de dotación de estas edificaciones.

3.2. Cálculo de la población

3.2.1. Población actual

De acuerdo al censo realizado para el proyecto (2011) y habiendo concluido la encuesta socio económica del sector del proyecto, se tiene que la población para cada sitio es la siguiente:

- El barrio Chiriboga tiene 136 habitantes.
- El recinto El Rocío tiene 36 habitantes.

3.2.2. Población futura

Para la estimación de la población futura se parte con los datos de la población actual del barrio Chiriboga y el recinto El Rocío, el periodo de diseño y la densidad de la población. Se utiliza los métodos estadísticos más comunes, los cuales se los especifican a continuación.

3.2.2.1. Método Aritmético

Este método indica que la población aumenta con una tasa constante de crecimiento aritmético. La fórmula considerada para este método es la siguiente:

$$P = P_1 + (1 + (r \cdot n))$$

Dónde:

P = Población al final del periodo de diseño

P₁ = Población al inicio del periodo de diseño

n = Periodo comprendido entre el último censo y el último año del periodo de retorno.

r = Tasa de crecimiento poblacional determinada para el proyecto.

3.2.2.2. Método Geométrico.

Este método es usado en poblaciones que no han alcanzado su desarrollo y crecen manteniendo un porcentaje uniforme. La fórmula considerada para este método es la siguiente:

$$P = P_1(1 + r)^n$$

Dónde:

P = Población al final del periodo de diseño

P₁ = Población al inicio del periodo de diseño

n = Periodo comprendido entre el último censo y el último año del periodo de retorno.

r = Tasa de crecimiento poblacional determinada para el proyecto.

Tabla 3.06. Proyección Estadística – Barrio Chiriboga

POBLACIÓN BARRIO CHIRIBOGA					
AÑO	n	r	Método Aritmético	Método Geométrico	Población de Saturación
2013	0	0.50	136	136	136
2014	1	0.50	137	137	138
2015	2	0.50	137	137	140
2016	3	0.50	138	138	142
2017	4	0.50	139	139	144
2018	5	0.50	139	139	146
2019	6	0.50	140	140	148
2020	7	0.50	141	141	150
2021	8	0.50	141	142	152
2022	9	0.50	142	142	154
2023	10	0.50	143	143	156
2024	11	0.50	143	144	158
2025	12	0.50	144	144	160
2026	13	0.50	145	145	162
2027	14	0.50	146	146	164
2028	15	0.50	146	147	166
2029	16	0.50	147	147	168
2030	17	0.50	148	148	170
2031	18	0.50	148	149	172
2032	19	0.50	149	150	174
2033	20	0.50	150	150	176

FUENTE: PROPIA

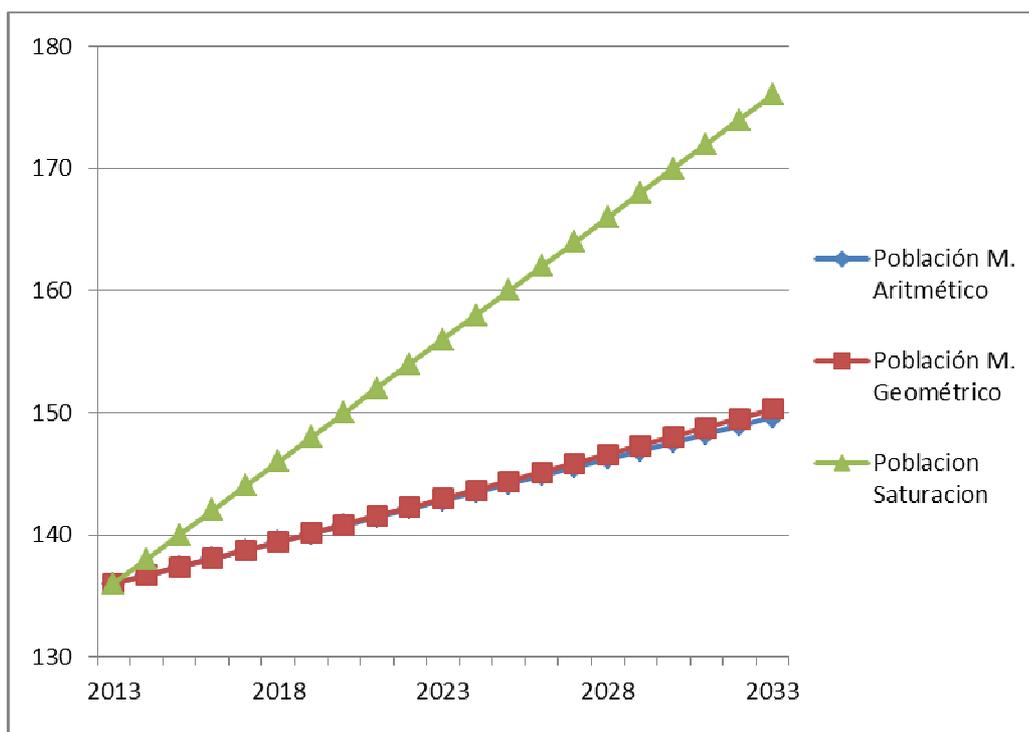


Figura 3.2: Gráfica Comparativa de las Poblaciones - Chiriboga

Tabla 3.07. Proyección Estadística – recinto El Rocío

POBLACIÓN RECINTO EL ROCÍO					
AÑO	n	r	Método Aritmético	Método Geométrico	Población de Saturación
2,013	0	0.50	36	36	36
2,014	1	0.50	36	36	40
2,015	2	0.50	36	36	45
2,016	3	0.50	37	37	49
2,017	4	0.50	37	37	54
2,018	5	0.50	37	37	58
2,019	6	0.50	37	37	62
2,020	7	0.50	37	37	67
2,021	8	0.50	37	37	71
2,022	9	0.50	38	38	76
2,023	10	0.50	38	38	80

2,024	11	0.50	38	38	84
2,025	12	0.50	38	38	89
2,026	13	0.50	38	38	93
2,027	14	0.50	39	39	98
2,028	15	0.50	39	39	102
2,029	16	0.50	39	39	106
2,030	17	0.50	39	39	111
2,031	18	0.50	39	39	115
2,032	19	0.50	39	40	120
2,033	20	0.50	40	40	124

FUENTE: PROPIA

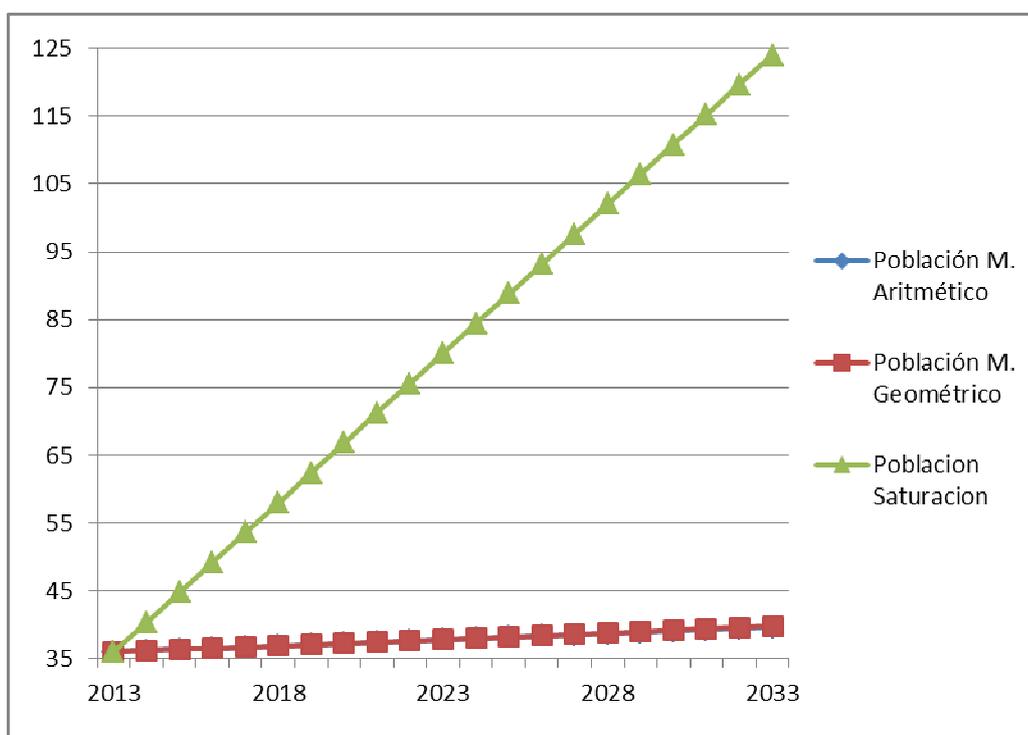


Figura 3.3: Gráfica Comparativa de las Poblaciones – El Rocío

Una vez realizada la comparación de los valores entre las proyecciones estadísticas de población y la población de saturación, se determina que la población de saturación es el valor más óptimo para calcular la red. La población futura para cada sector será:

Christian Patricio Ocampo Andrade

- **BARRIO CHIRIBOGA: 176 habitantes**
- **RECINTO EL ROCÍO: 124 habitantes**

3.3. Áreas de aportación.

Las áreas de aportación se determinaron en base al levantamiento topográfico realizado, siguiendo las divisorias de agua de las curvas de nivel.

En los planos (VER ANEXO D) se pueden ver las áreas de aportación que escurren a los pozos de revisión determinando para el alcantarillado.

3.4. Caudales de diseño.

Para los dos sectores (barrio Chiriboga y recinto El Rocío), el dimensionamiento de la red corresponde al sistema de alcantarillado separado y se considera el caudal de aguas residuales más el caudal de infiltración para el alcantarillado sanitario. El caudal será previamente tratado antes de ser entregado al cuerpo receptor, en este caso el Rio Saloya. Para el caudal pluvial solo se considera el proveniente de las aguas lluvias y este irá directamente al Rio Saloya.

$$Q \text{ diseño sanitario} = Q \text{ residuales (Qas)} + Q \text{ infiltración (Qi)}$$

$$Q \text{ diseño pluvial} = Q \text{ aguas lluvia}$$

3.4.1. Caudal de aguas residuales.

Por tratarse de un sistema separado, el caudal de aguas residuales está conformado por el caudal de aguas servidas (Q_{as}). El mismo que estará conformado por las aguas de origen doméstico y público.

El caudal medio de las aguas residuales será igual al 70% de la dotación de agua potable y que se ha determinado:

$$Q_{as} = 70\% * \text{dotacion}$$

$$Q_{as} = 0.70 * 130 \text{ l/hab/dia}$$

$$Q_{as} = 91 \text{ l/hab/dia}$$

3.3.1.1. Coeficiente de simultaneidad.

Para el cálculo de los caudales máximos horarios, se tiene el siguiente coeficiente de simultaneidad “M”, establecidos en las bases de diseño de la EPMAPS-Q.

Se calcula mediante:

$$Q < 4l/s \rightarrow M = 4$$

$$Q \geq 4l/s \rightarrow M = \frac{3,697}{Q^{0,073325}}$$

$$1,50 \geq M \leq 4$$

Dónde, M coeficiente de simultaneidad, adimensional;

Q caudal medio diario de aguas servidas, l/s

3.3.1.2. Caudal de Infiltración.

Es inevitable la infiltración de aguas superficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en las tuberías, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de tuberías con pozos de inspección y demás estructuras, especialmente cuando no son completamente impermeables.

La EPMAPS-Q recomienda usar los valores de la siguiente Tabla:

Tabla 3.08. Valores del factor de Infiltración según tipo de sistema

Nivel de Complejidad del Sistema	Infiltración Alta (l/s-ha)	Infiltración Media (l/s-ha)	Infiltración Baja (l/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

Fuente: Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAPS-Q

Para el cálculo de los caudales de infiltración se utiliza entonces la siguiente fórmula:

$$Q_i = 0.1 * A$$

Dónde:

Christian Patricio Ocampo Andrade

Q_i = Caudal de infiltración

A = Área (Hectáreas)

3.3.1.3. Caudal máximo

El caudal máximo se lo obtiene con la siguiente fórmula:

$$Q_{\max} = P_p * \frac{D * r * M}{86400}$$

Dónde:

Q_{\max} = Caudal máximo (l/s).

P_p = Población proyectada (hab).

D = Dotación (l/hab/día).

r = Porcentaje de retorno (%).

M = Coeficiente de simultaneidad.

3.5. Caudal pluvial

Para el cálculo del caudal pluvial, se usa el Método Racional, que es aplicado para cuencas de tamaños menores (hasta 200 ha) y de características hidrológicas e hidráulicas simples, es decir sin elementos de detención o retardos. Este método es

parte de las normas empleadas por la EPMAPS-Q. La fórmula usada para el cálculo es la siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{0.36}$$

Dónde:

Q = Caudal máximo de esorrentía pluvial (l/s).

C = Coeficiente de escurrimiento.

I = Intensidad de lluvia (mm/hora).

A = Área total de drenaje aportante (ha)

3.5.1. Coeficiente de escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento (C) es un valor adimensional que resulta de la consideración de los siguientes factores: infiltración y topografía del suelo, cobertura vegetal del sector, relieve, intensidad de lluvia y del suelo. La EPMAPS-Q recomienda utilizar diferentes tipos de coeficiente C de acuerdo con las siguientes condiciones:

Tabla 3.09: Coeficientes de Escurrimiento

Tipo de uso y cobertura principal del área de aporte	Valor del coeficiente de escurrimiento C
Centros urbanos con densidad de población cercana a la de saturación y con calles asfaltadas	0,70
Zonas residenciales de densidad, $D \geq 200$ hab/Ha	0,60
Zonas con viviendas unifamiliares, $150 < D < 200$	0,55
Zonas con viviendas unifamiliares, $100 < D < 150$	0,50
Zonas con viviendas unifamiliares, $D < 100$	0,40
Para zonas Rurales con población dispersa	0,40

Fuente: Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAPS-Q

Se escoge el factor de 0.40, por el cual hay que multiplicar la intensidad de lluvia para obtener la intensidad efectiva en el área en cuestión.

La adecuada selección del coeficiente de escurrimiento influye en la determinación de los caudales que ingresan a las redes de recolección, como consecuencia de ello las dimensiones de las tuberías y por último los costos que involucran la implementación y mantenimiento de un sistema de alcantarillado.

3.5.2. Periodo de retorno.

El periodo de retorno se define como el intervalo de recurrencia, al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este periodo se considera como el inverso de la probabilidad del evento de los valores de registros.

Siguiendo las normas de la EPMAPS-Q, se tiene los valores del periodo de retorno según los diferentes elementos que se vayan a diseñar, la siguiente tabla presenta dichos valores:

Tabla 3.10: Valores de periodo de retorno para los elementos de un sistema de alcantarillado

Elemento del Sistema de Alcantarillado	Periodo de retorno (años)
Redes secundarias	10 años
Redes Principales	15 años
Colectores interceptores	25 años
Estructuras especiales	50 años
Redes a nivel rural	5 años

Fuente: Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAPS-Q

Se adopta un periodo de retorno de $T = 5$ años correspondiente a redes secundarias, lo cual está dentro de los parámetros anteriores y considerando que el barrio Chiriboga está junto al Rio Saloya y el recinto El Rocío está junto a una

quebrada, estas dos condiciones reducen el riesgo de una inundación ya que son elementos de drenaje natural, brindando cierta seguridad a la población.

3.5.3. Tiempo de concentración

La EPMAPS-Q en sus normas dicta que “El tiempo de concentración de la cuenca es definido como el tiempo de viaje del agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca hasta llegar a dicha sección de desagüe”. Comúnmente se puede estimar el tiempo total de viaje como la suma del tiempo del flujo sobre la superficie, más el tiempo de viaje por los canales secundarios, más el tiempo de viaje por el cauce principal hasta el punto de control.

$$t_c = t_i + t_f$$

Dónde:

t_c : Tiempo de concentración

t_i : Tiempo inicial o de entrada al sistema de alcantarillado

t_f : Tiempo de flujo a lo largo de los conductos del sistema de alcantarillado

El tiempo de concentración mínimo en zonas urbanas, para tramos iniciales de alcantarillado sin sistemas afluentes, se adoptará igual a 5 minutos.

El tiempo de recorrido, t_f , está dado por la ecuación:

$$t_f = \frac{1}{60} \sum \left(\frac{L_i}{V_i} \right)$$

Dónde:

L_i = longitud en metros del colector

V_i = velocidad en el colector, m/s

Se parte de que el agua corre con una velocidad de 0.30 m/s y sabiendo que la longitud máxima de la tubería entre pozos de revisión será de 80 m, tenemos lo siguiente:

$$t_f = \frac{1}{60} \left(\frac{80m}{0.30m/s} \right) \text{min}$$

$$t_f = 4.44 \text{ min} \approx 5 \text{ min}$$

Entonces el tiempo de concentración será:

$$t_c = t_{c\text{inicial}} + t_f$$

$$t_c = 5 + 5 = 10 \text{ min}$$

3.5.4. Intensidad de aguas lluvias.

La gráfica de zonificación de densidades de áreas pertenecientes al INAMHI, determina zonas con similares condiciones morfológicas y meteorológicas y las ecuaciones de intensidad de precipitaciones, así se tiene que para el área de estudio, la gráfica es la siguiente:



Figura 3.4: Zonificación de densidades de precipitación

Se determina entonces, que el área de estudio se encuentra en la zona 22, ubicada en el Centro Norte del país, de ahí que para los tiempos se tiene:

$$\text{De } 5\text{min a } 67\text{min} \quad I_{TR} = 48.772 * t^{\wedge} - 0.3533 I_{d_{TR}}$$

$$\text{De } 67\text{min a } 1440\text{min} \quad I_{TR} = 266.64 * t^{\wedge} - 0.7687 I_{d_{TR}}$$

3.5.5. Intensidad máxima diaria.

Según el periodo de retorno, el INAHMI proporciona las gráficas que muestran isoclinas de las zonas dónde se indica la intensidad máxima diaria de precipitación (en 24 horas), en la siguiente figura se determina el valor de I_{dTR} para la zona 22, dónde se halla exactamente el proyecto:

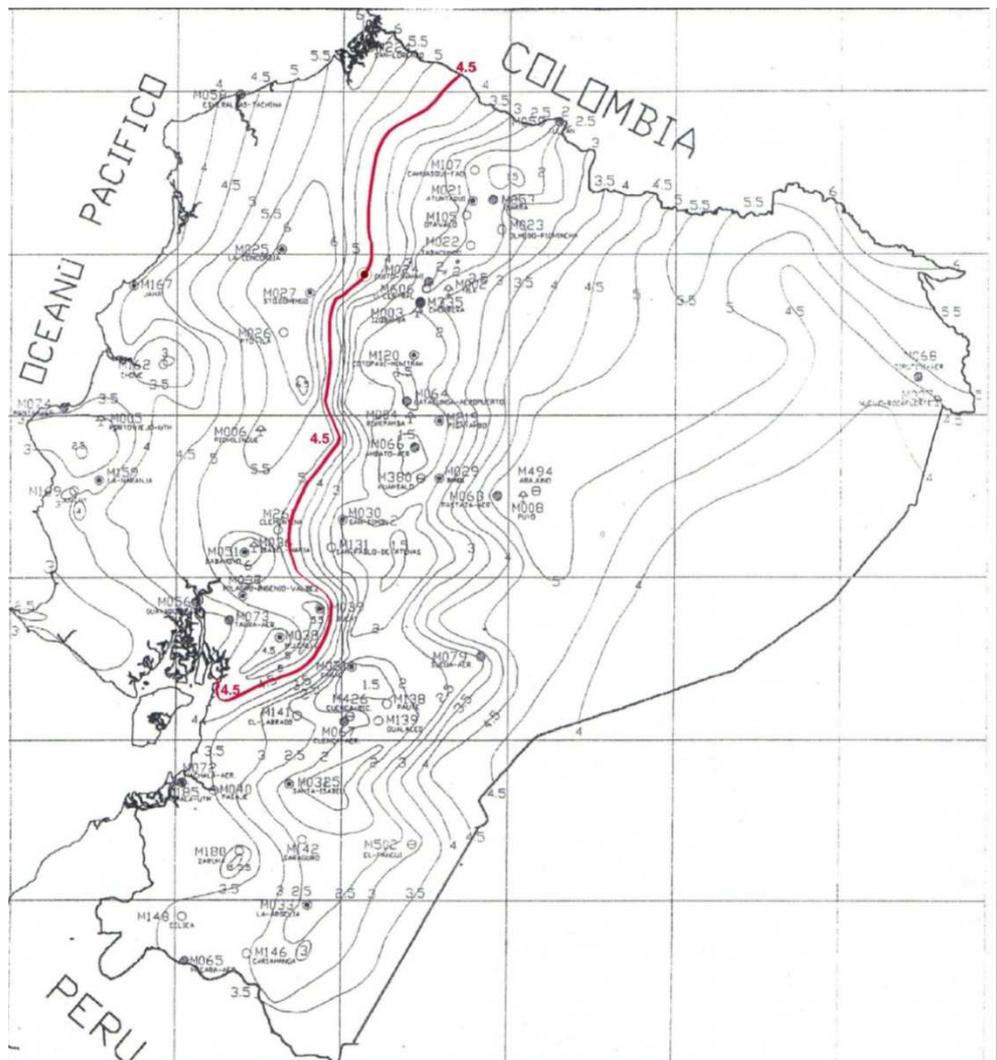


Figura 3.5: Isoclinas intensidad máxima diaria de precipitación para TR = 5 años

De dónde se tiene:

$$I_{dTR} = 4.6 \text{ mm/h}$$

Entonces la intensidad de precipitación es:

$$I_{TR} = 48.772 * t^{-0.3533} I_{d_{TR}}$$

$$I_{TR} = 48.772 * (10^{-0.3533}) * 4.6$$

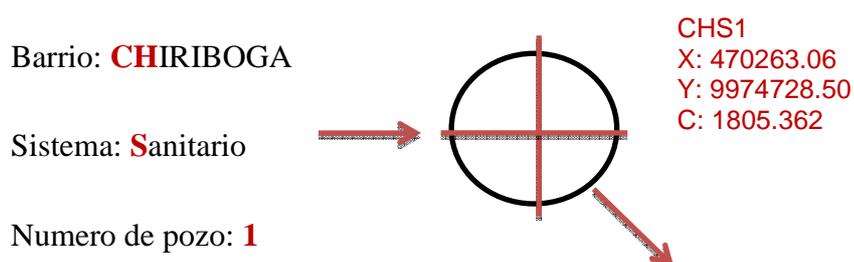
$$I_{TR} = 99.46 \text{ mm/h}$$

CAPITULO IV

4. CÁLCULOS Y DISEÑO

4.1. Descripción de las redes

La nomenclatura de los pozos está dada por las iniciales del barrio y el tipo de sistema, un ejemplo es el siguiente:



Al diseñarse el sistema de alcantarillado para el barrio Chiriboga y el recinto El Rocío, se utilizará un sistema de captación de las aguas servidas y uno de captación de aguas pluviales a gravedad y lineal, de manera separada, y se dividirá en dos sistemas Chiriboga y El Rocío que se los describe a continuación:

Sistema Chiriboga

Sanitario: Debido a la topografía del sector es posible realizar un sistema de alcantarillado a gravedad, el sistema de alcantarillado sanitario se divide en una red principal que estará ubicada bajo la vía Quito-Santo Domingo y una auxiliar que

Christian Patricio Ocampo Andrade

recorrerá la parte posterior de la escuela, la iglesia y continua hasta conectarse con la planta de tratamiento. Esta red auxiliar ayuda a captar las aguas servidas de las viviendas que se encuentran en cota más abajo de la vía, así se consigue evitar que se profundice demasiado la tubería principal para captar estas aguas.

La red está dividida en tres sub redes, la una inicia en el pozo CHS1, la segunda en el pozo CHS10 que empata con la red primera en el pozo CHS9 y continúan desde hasta el pozo CHS34, que es el pozo de entrada a la planta de tratamiento, la tercera red inicia en el pozo CHS20 y va a empatar en el pozo CHS34. (VER ANEXO D)

Pluvial: De manera similar al sistema sanitario, el sistema pluvial debido a la topografía del sector será a gravedad, usándose una red principal que estará ubicada bajo la vía principal y a lo largo de la misma en todo el trayecto del barrio. Inicia en el pozo CHP1 y de manera consecutiva va a descargar las aguas recolectadas hacia una quebradilla y posteriormente río Saloya. (VER ANEXO D).

Sistema El Rocío

Sanitario: Este sistema es diseñado a gravedad y será construido a lo largo de la vía principal que atraviesa el sector, captará no solo las aguas servidas provenientes del recinto en su área consolidada sino también las que provienen de las propiedades que están cercanas a la red de alcantarillado y que por cota sean accesibles a la misma. La red está dividida en dos sub redes, la una inicia en el pozo R1, la segunda en el pozo R18 que empata con la primera sub red en el pozo R8 y

Christian Patricio Ocampo Andrade

continúa desde hasta el pozo R17, que para el caso es el mismo pozo CHS34. Llevan diferentes nombres, siendo el mismo pozo debido a que si bien el diseño es uno solo para ambas comunidades, no se garantiza que sean construidos simultáneamente, de ahí que se ha independizado la nomenclatura para cada sector pero cabe aclarar que son el mismo pozo. (VER ANEXO D)

Pluvial: Debido a la ubicación del recinto, no es necesario el diseño y la construcción de un sistema de alcantarillado pluvial, ya que al estar en medio de dos quebradas pequeñas y por encima de estas, el drenaje de aguas lluvias es muy rápido, además la zona es una área ecológica protegida, por lo que cuenta con una buena vegetación que ayuda al control de las aguas lluvias.

La dimensión del proyecto es la siguiente:

Tabla 4.01: Dimensiones del Proyecto

Población	Alcantarillado Sanitario		Alcantarillado Pluvial	
	Longitud de Tubería	Numero de pozos	Longitud de Tubería	Numero de pozos
Chiriboga	1385.71 m	34	745.91 m	15
El Roció	915.37 m	17	-	-

Fuente: Propia

Por la topografía de la zona y debido a encontrarse en las estribaciones de la cordillera de los Andes, en ciertos tramos se utilizará pendientes pronunciadas para poder cumplir con los parámetros de velocidad, profundidades mínimas, etc.

4.2. Consideraciones de la red

Los siguientes parámetros de diseño serán los que se consideran en las normas de la EPMAPS-Q, todas las formulas y coeficientes son los usados por la empresa para el diseño de redes de alcantarillado en todo el Distrito Metropolitano de Quito.

El sistema de alcantarillado tendrá un flujo por las tuberías a gravedad y utilizará un máximo del 80 % de su capacidad, esto significa que el tubo funcionará parcialmente lleno.

4.2.1. Velocidad de diseño

Para el cálculo de la velocidad se empleará la fórmula de Manning Strickler, cuya expresión es:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}}{\eta}$$

Dónde:

V= velocidad (m/s)

J= pendiente del conducto

R= radio hidráulico ($R=A/P$)

η = coeficiente de Manning.

En la tabla 4.1 se indican los valores de coeficiente de rugosidad η , de acuerdo al tipo de material que se usa en la conducción de las aguas servidas:

Tabla 4.02: Coeficiente de Rugosidad

TIPO DE CONDUCTO	RANGO	η
Tubería de Hormigón Simple	0.012-0.015	0.013
Tubería de Plástico o PVC corrugada	0.011	0.011
Tubería Termoplástico de interior liso o PVC	0.011	0.011
Colectores y tuberías de hormigón armado fundido en sitio	0.013-0.015	0.015
Ladrillo	0.014-0.019	0.016
Mampostería de piedra	0.017-0.020	0.018
Tubería de acero corrugado	0.024-0.027	0.026
Canal en tierra sin revestir	0.025-0.040	0.033
Canal en roca sin revestir	0.030-0.045	0.038
Canal revestido con hormigón	0.013-0.015	0.015
Túnel en roca sin revestir	0.025-0.040	0.033
Túnel revestido con hormigón	0.014-0.016	0.015

Fuente: Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAPS-Q

Para el proyecto de alcantarillado sanitario del barrio Chiriboga y el recinto El Rocío, se seleccionará el coeficiente de rugosidad de tubería plástica que es $\eta = 0.011$.

4.2.1.1. Velocidad en los conductos

Según los criterios que establece la EPMAPS-Q los rangos de velocidades de los conductos son los siguientes:

Tabla 4.03: Velocidades en los conductos

Velocidad	Valor de velocidad
Mínima a tubo lleno	0,90 m/s
Mínima de auto limpieza. (Para Q sanitario)	0,40 m/s
Máxima de diseño en tuberías de hormigón	6,00 m/s
Máxima de diseño en canales y colectores, de hormigón armado, y tuberías termoplásticos o PVC	9,00 m/s

Fuente: Normas de diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAPS-Q

4.2.2. Tuberías

4.2.2.1. Dimensiones de la tubería

Se ha seleccionado la sección circular de las tuberías en las redes de recolección y evacuación de aguas residuales por ser la de uso más común. Para evitar obstrucciones en la red de alcantarillado sanitario debido a objetos que se introducen al sistema, el diámetro interno real mínimo será de 250 mm.

4.2.2.2. Material de la tubería

La tubería plástica de varios diámetros es el tipo de material que será parte del diseño para el alcantarillado separado del Barrio Chiriboga y del recinto El Rocío, debido a sus favorables características como son:

- Tiene una elevada resistencia química, necesaria por el permanente contacto con materia en descomposición.
- Es inmune a casi todos los tipos de corrosión experimentados en sistemas de tuberías subterráneas, los efectos galvánicos y electroquímicos no existen en sistemas de tuberías de PVC, tampoco es dañado por ataques de suelos normales o corrosivos. En consecuencia no son necesarios ningún tipo de recubrimiento ni protección catódica.
- Tiene una excelente resistencia a la degradación y deterioro causado por acción de organismos como hongos, bacterias, termitas y roedores.
- Resistencia a la penetración de raíces.
- Tiene una resistencia al impacto superior a la mayoría de los materiales tradicionales y no tradicionales.
- Se caracteriza por su bajo peso específico, comparado con la mayoría de los materiales utilizados en la fabricación de tubos. Esto permite obtener un tubo liviano, sin que por ello resulte débil.
- Tiene gran resistencia a las cargas superpuestas, se puede deformar por lo menos un 2% sin ningún signo de daño, esta flexibilidad le permite soportar las cargas del suelo ya que al deformarse transforma parte de las cargas verticales

que actúan sobre él, en cargas horizontales, las que son absorbidas por la resistencia pasiva del suelo.

- Presentan caídas de presión un 30% menor que las correspondientes a tubos de acero o fundición que transportan caudal e igual diámetro interior del tubo, al no haber formación de incrustaciones, no hay diferencias en el cálculo entre cañerías nuevas y en servicio.
- No es contaminante, o sea que no reacciona con los elementos y compuestos residentes en los suelos, ni materiales de construcción; logrando además, que el material transportado, por ningún motivo, contamine el entorno.

4.2.3. Profundidades.

El valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70% y 85% del diámetro real de éste, para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales.

4.2.3.1. Profundidades máxima y mínima de la cota clave

La EPMAPS-Q considera en sus normas que la red de alcantarillado se diseñará a profundidades que permita la evacuación de las aguas lluvias o servidas de los predios a cada lado de las calles, desde los puntos de nivel más bajo referido a las rasante de la calzada. La profundidad mínima sobre la clave de la tubería será de 1.20

m y la mínima en pozos de salida será de 1.50m, realizándose el diseño entre 2 y 3 m de profundidad.

Así también se considera en las normas de la EPMAQS-Q que para las redes de alcantarillado en general la máxima profundidad de las tuberías es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y tuberías durante y después de su construcción.

Si el diseño requiere profundidades mayores a 5 metros, es conveniente considerar ramales auxiliares al pie del lote, en la cota más baja, que serán implantados en espacios verdes del predio, calles o pasajes creados para el efecto.

4.2.4. Pozos de revisión.

Se colocaran pozos de revisión con una distancia máxima entre pozos de 80 metros. Se debe ubicarlos en los siguientes casos:

- Inicio de tramos.
- En todo cambio de pendiente, de dirección o sección.
- Considerando la posible apertura de calles.

Son pozos especiales aquellos que tengan profundidades mayores a 6.0 m y se los construirá en hormigón armado. Para conductos de diámetro hasta 600 mm, se considera el diseño tipo de pozos cilíndricos de diámetro interno $D = 0,90\text{m}$, con canalización de fondo tipo 2.

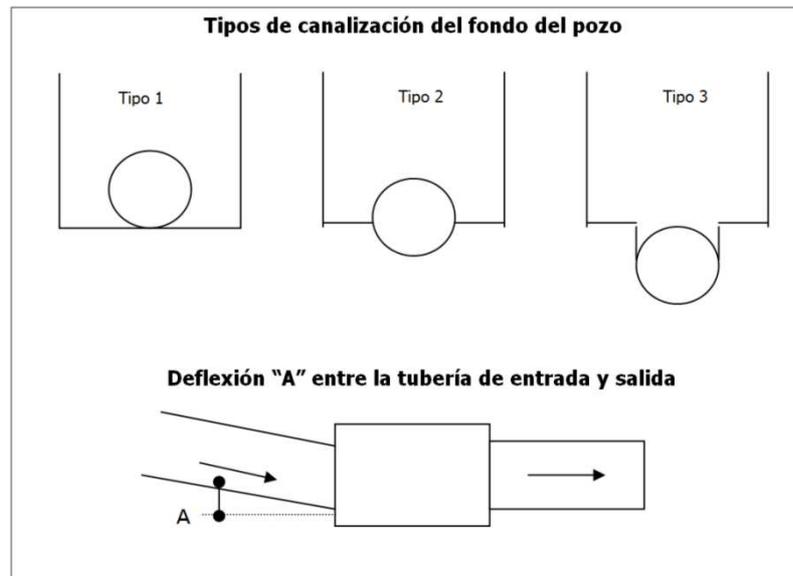


Figura 4.1: Tipos de canalización del fondo del pozo

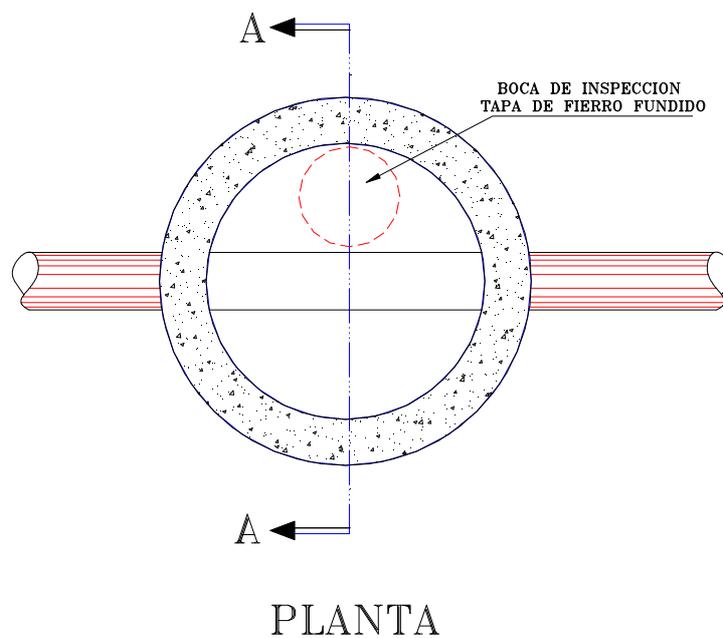
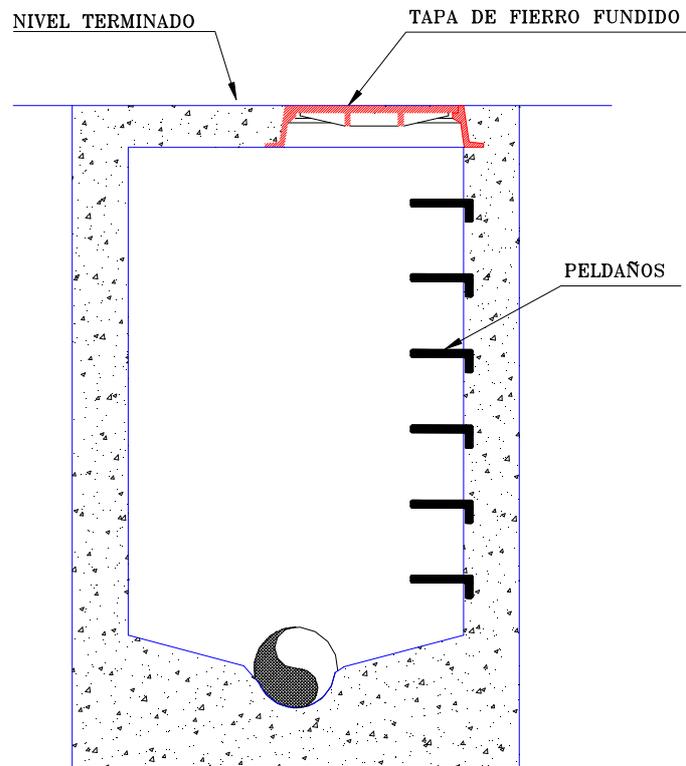


Figura 4.2: Planta Pozo de revisión tipo



CORTE A - A

Figura 4.3: Corte Pozo de revisión tipo

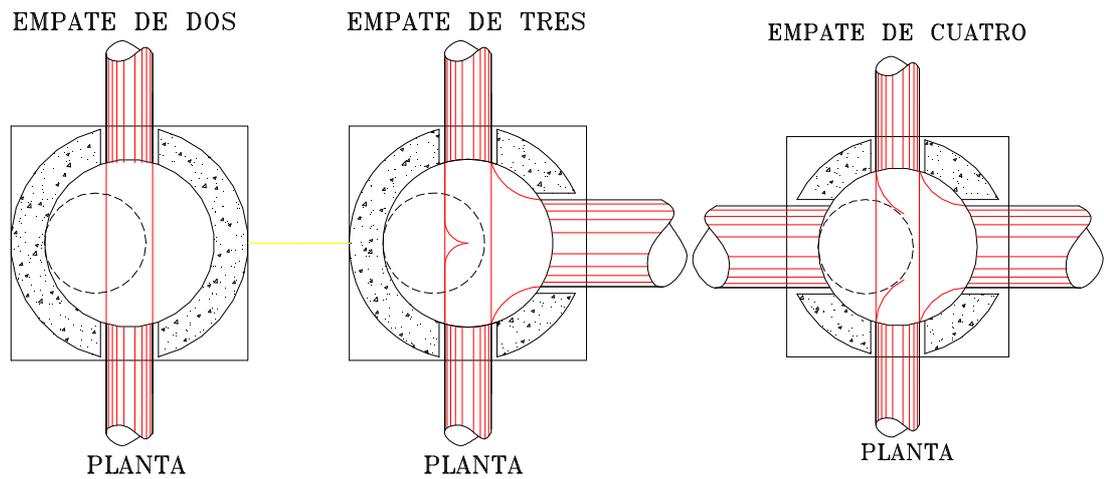


Figura 4.4: Empalme de dos tres y cuatro canales

4.2.5. Conexiones domiciliarias.

Una vez terminada la red se podrán realizar las conexiones domiciliarias, con tuberías de diámetros mínimo 150 mm y pendientes de al menos 2%, estas tuberías deben conectarse a la red principal en ángulos entre 45° y 60° por medio de una silla que permitirá la hermeticidad en la unión de las dos tuberías.

Las conexiones domiciliarias están acorde al número de lotes del proyecto.

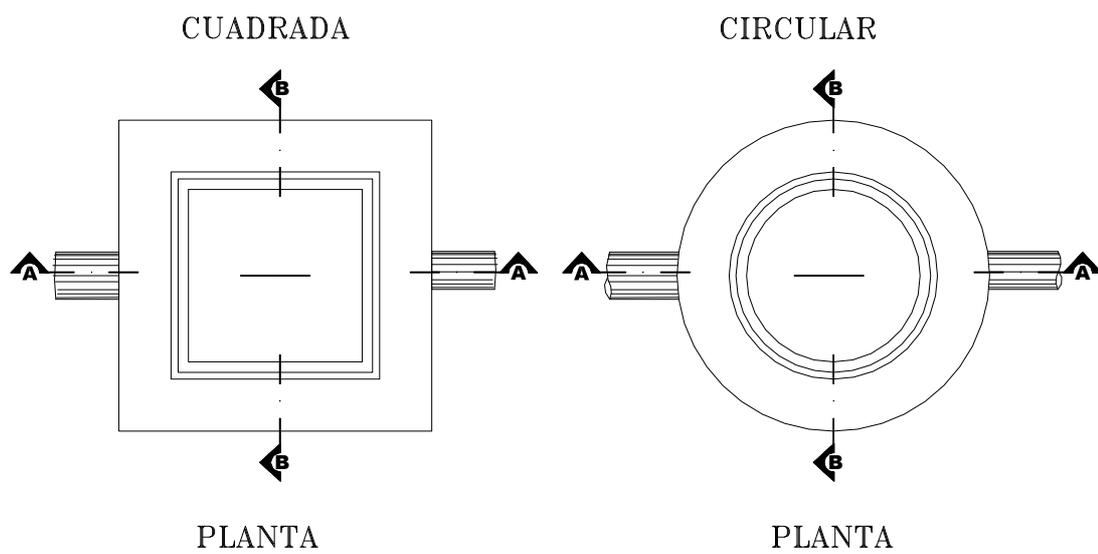


Figura 4.5: Planta conexión domiciliar tipo

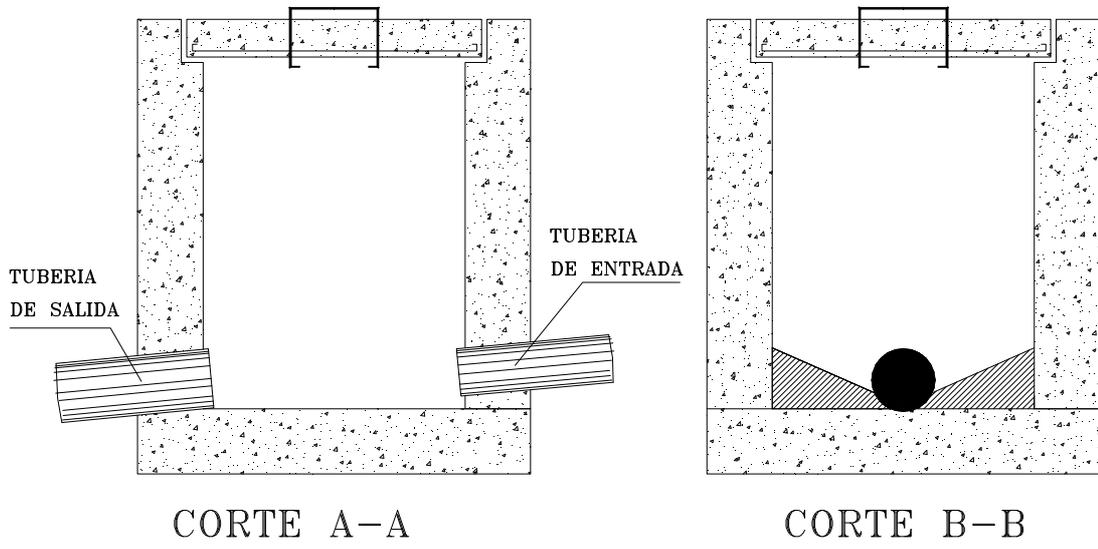


Figura 4.6: Corte conexión domiciliaria tipo



Figura 4.7: Sillas tipo Yee para conexiones domiciliarias y anillo de caucho

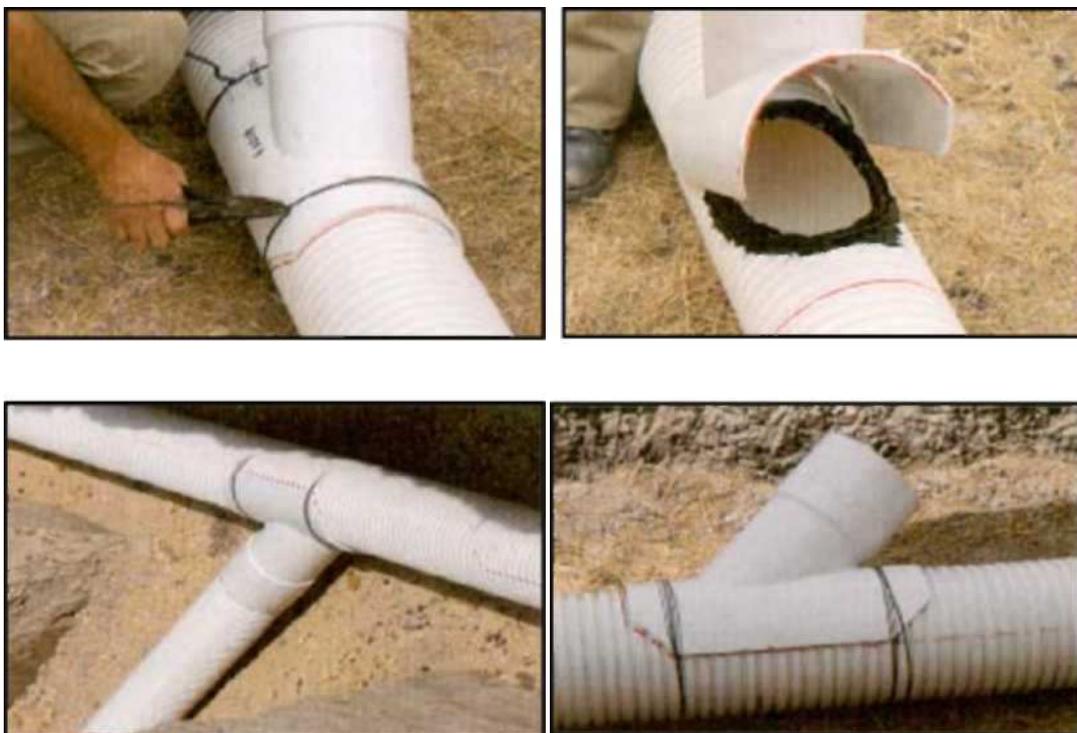


Figura 4.8: Instalación de Silla tipo Yee para conexión domiciliaria

4.2.6. Sumideros.

Según las normas de la EPMAPS-Q, se construirán sumideros de dimensión estándar de 30x46 cm, cada 80 metros de longitud de calle, o uno en cada esquina de manzana cuando la longitud es menor a 80 m. Serán colocados los sumideros cuando se realice la pavimentación de la vía, debido a que si se lo hace en el estado actual en que se encuentra, se tendrá taponamientos del sistema por acumulación de tierra y material suelto. Las descargas de los sumideros se harán a los pozos de revisión de la red pluvial.

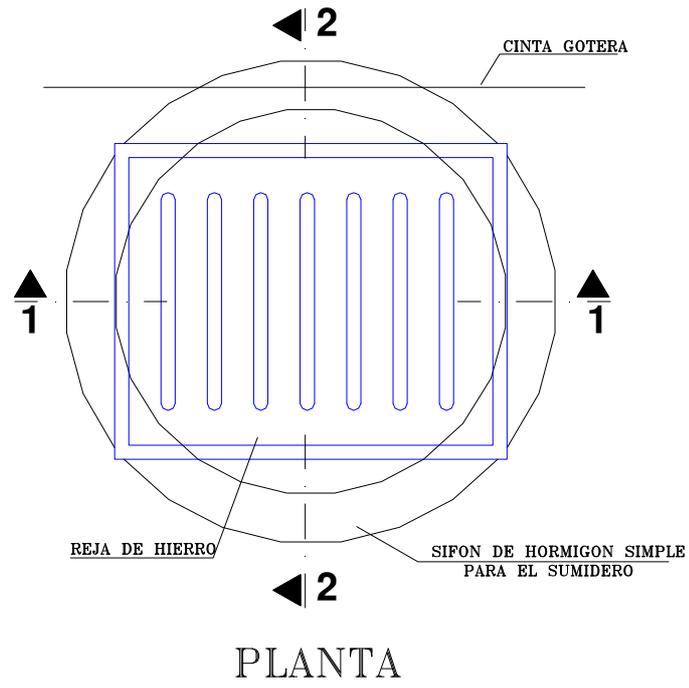


Figura 4.9: Corte sumidero tipo

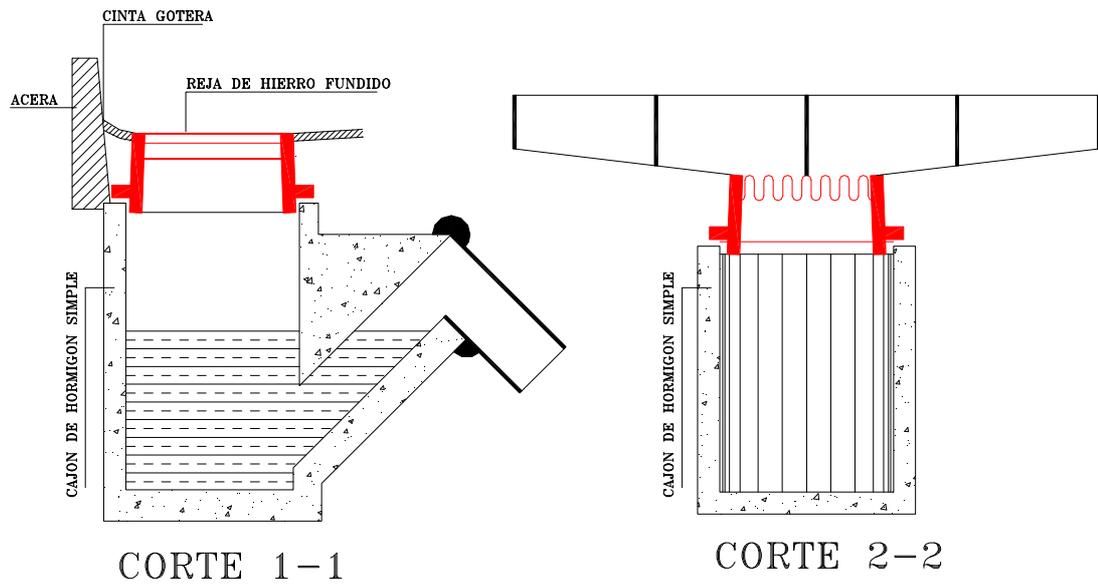


Figura 4.10: Planta sumidero tipo

4.2.7. Descargas

La descarga de la red sanitaria corresponde a la descarga D01 y se realizará en el margen del Rio Saloya, posterior al tratamiento. (VER ANEXO D)

La descarga de la red pluvial se la realizara en la descarga D02, y se realizará directamente a la quebrada que se forma junto a la población y va a dar al Rio Saloya, ya que estas aguas solo recogen lo proveniente de las precipitaciones y no necesitan tratamiento alguno (VER ANEXO D).

4.2.6.1. Localización del sitio de la descarga.

Para la descarga de la red sanitaria, se eligió un sector con un área de 105 metros cuadrados lo suficientemente grande como para construir la planta de tratamiento de desechos que se encargará de depurar las aguas sanitarias antes de entregarlas al río Saloya. El pozo final de la red Chiriboga es el CHS34 (R17 para la red El Rocío), este pozo servirá como punto de recolección de aguas de las redes de los dos poblados y como último punto antes de ingresar a la planta de tratamiento. El sitio destinado para la descarga D01 se encuentra en una planicie junto a la margen del rio Saloya, más o menos a unos 100 metros aguas abajo dónde la cota permita realizar la descarga a gravedad (VER ANEXO D).

4.3. Diseño hidráulico.

Los siguientes datos son los considerados al inicio del diseño de las redes de alcantarillado del barrio Chiriboga y el recinto El Rocío:

- 1.** La Longitud máxima entre pozos es de 80 metros.
- 2.** La profundidad mínima que debe colocarse en una tubería es de 1.50 metros, y la profundidad máxima es 5 metros.
- 3.** La velocidad mínima dentro de la tubería será de 0.40 m/s y la velocidad máxima en la tubería de PVC será de 9 m/s.
- 4.** Ya que todo el sistema hidráulico del alcantarillado trabaja a flujo libre se utilizara la fórmula de Manning.
- 5.** El caudal se obtendrá de la tabla de caudales que corresponden a cada tramo.

4.3.1. Resultados obtenidos.

Cumpliendo con las consideraciones de velocidad de flujo y los diámetros mínimos, se presentan los resultados de los cálculos de las redes de alcantarillado Sanitario y Pluvial para el barrio Chiriboga y el recinto El Rocío (VER ANEXO C), así como los perfiles y planimetrías de los sistemas de alcantarillado (VER ANEXO D).

CAPÍTULO V

5. MECÁNICA DE SUELOS

5.1. Objetivo del estudio

El objetivo del estudio de suelos de las comunidades de Chiriboga y el Rocío es para conocer las características de los materiales y las condiciones del suelo en dónde se implementara las obras civiles del proyecto.

5.2. Objetivos específicos

- Determinar la naturaleza del suelo, mediante la clasificación de los materiales encontrados y recuperados durante la ejecución de sondeos mecánicos.
- Conocer las condiciones físicas y características geométricas del subsuelo de fundación, por medio de toma de muestras aleatorias y ensayos de laboratorio.
- Evaluar la capacidad admisible del subsuelo bajo las condiciones de trabajo de las estructuras y establecer los parámetros de diseño de la cimentación de la estructura.

- Emitir conclusiones y recomendaciones generales respecto al tipo de cimentación y excavación de zanjas, tomando en cuenta las características específicas de cada una de las estructuras.

5.3. Trabajos de campo

5.3.1. En la red de alcantarillado

Se realizó dos perforaciones, de cinco metros de profundidad. Las perforaciones se realizaron en la zona dónde se va a implantar y construir la planta de tratamiento.

5.4. Trabajos de laboratorio

5.4.1. Ensayos de laboratorio

Con las muestras obtenidas de 1 a 5 metros de profundidad se realizaron ensayos típicos de clasificación de los suelos (límite líquido, límite plástico, granulometría y humedades naturales) mismos que servirán para poder determinar el tipo de suelo al que pertenecen, dentro del Sistema Unificado de Clasificación SUCS.

5.5. Descripción de los suelos encontrados

Los ensayos que se realizaron para el proyecto dieron como resultado que el tipo de suelo específico según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), dio que en el sector posee es del tipo “ML - Limo arcilloso”.

Los parámetros mecánicos de la exploración son los siguientes:

Tabla 5.01: Resumen resultados exploración – muestra 1

Resultados					
CAL.	MUESTRA	H(m)	%H	SUCS	DESCRIPCIÓN
2	1	5	27	ML	Limo Arcilloso

Fuente: Propia

Tabla 5.2: Resumen resultados exploración – muestra 2

Resultados					
CAL.	MUESTRA	H(m)	%H	SUCS	DESCRIPCIÓN
2	2	5	27	ML	Limo Arcilloso

Fuente: Propia

5.6. Conclusiones del estudio de suelos

El resultado del estudio de mecánica de suelos indica que según la clasificación SUCS en las poblaciones de Chiriboga y El Rocío, existen suelos ML - Limo Arcillosos.

Los suelos presentan color café con un tono amarillo, poco plástico, húmedo de bajo contenido orgánico, de consistencia que va de blanda a firme.

La capacidad portante del suelo es buena y está alrededor de 15 t/m², en base al informe de suelos, se recomienda verificar al momento de la excavación, que el nivel de cimentación cumpla con las condiciones geotécnicas estimadas, debido a que el área de construcción es muy grande y el número de perforaciones es insuficiente y será muy importante estar seguros del material sobre el cual se cimentará (VER ANEXO B).

5.7. Recomendaciones del uso de suelo

En general en la red no existen problemas de capacidad portante del suelo, por el motivo que se utiliza en su mayoría para el tendido, colocación e instalación de tubería plástica, cuyo peso por metro lineal es muy bajo. Para la construcción de pozos de revisión tampoco existen problemas.

CAPÍTULO VI

6. TRATAMIENTO

Después de recibir los análisis de agua del Rio Saloya (VER ANEXO H), se ha determinado lo siguiente:

Las aguas captadas por el sistema de alcantarillado sanitario en las poblaciones de Chiriboga y El Rocío son residuales de tipo doméstico, teniéndose una población rural y dispersa. Será suficiente un tratamiento de tipo primario para depurarlas antes de entregarlas al Rio Saloya, que es el cuerpo receptor más cercano a las poblaciones.

Al existir varios tipos y métodos para purgar las aguas servidas, se ha escogido la fosa séptica como la opción más viable por tratarse de un sistema simple en su construcción, de fácil mantenimiento y que cubra la necesidad de ambas poblaciones.

La fosa séptica por sí sola no depura en su totalidad el agua que recibe, por lo que tiene obligadamente que ayudarse de un sistema complementario para el efecto. Se tiene varias alternativas, el escoger la opción adecuada estará acorde con la que

más se acople a las necesidades del proyecto, localización geográfica y mantenimiento del mismo:

- Fosas sépticas más zanjas de infiltración
- Fosas sépticas más pozos de infiltración
- Fosas sépticas más lechos de infiltración
- Fosas sépticas más filtros de arena
- Fosas sépticas más filtro anaeróbico
- Tanques de decanto digestión (imhoff)

Se ha optado por el filtro anaeróbico como el sistema que ayudará a depurar las aguas negras de las poblaciones debido a que es de fácil mantenimiento.

6.1. Descripción del sistema de tratamiento

6.1.1. Tanque séptico

Para poblaciones pequeñas, como las del barrio Chiriboga y el recinto El Rocío, el uso de los tanques sépticos es muy recomendado. Se caracteriza porque en estos la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque, evitando problemas como la complejidad en la construcción y excavación.

El tanque séptico consiste en uno o varios compartimientos en serie dónde las aguas servidas, después de un periodo de residencia, sedimentan sus sólidos. Para lograr una sedimentación efectiva y un periodo de desenlodado apropiado, el tiempo de residencia recomendado es de uno a tres días.

Este proceso permite la digestión anaeróbica, utilizando una gran parte de partículas sólidas, mientras otra parte se deposita, haciéndose necesaria la remoción de los sedimentos en forma periódica.

La eficiencia que se obtiene en estos tanques para la remoción de DBO₁, se encuentran en el orden del 30% al 50%, de aceites y grasas del 70%; sólidos en suspensión (SS) 60% y fosforo en un 15%, para el caso de las aguas domesticas típicas.

La función de los tanques sépticos es:

- Eliminar sólidos suspendidos y materia flotante
- Realizar tratamiento anaeróbico de los lodos sedimentados
- Almacenar lodos y material flotante.

6.3. Diseño de las unidades de tratamiento

6.3.1. Capacidad

El primer paso para el diseño del tanque séptico es definir su capacidad. Ello se hace utilizando el caudal de aguas servidas no mayoradas, el mismo que se lo expresa en m³/día.

Con el volumen total obtenido se procederá a dimensionar el tanque, según la disposición de espacio existente (VER ANEXO C).

6.4. Mantenimiento

Se estima que 1/3 del volumen del tanque será ocupado por los lodos de sedimentación. El tiempo de desenlodado del tanque se calcula suponiendo una taza de acumulación de 0.04 m³ por persona servida y por año.

6.5. Filtro Anaeróbico.

Cuando los efluentes del caudal sanitario salen del tanque séptico aunque han sido tratados, todavía tienen un alto nivel de contaminantes y patógenos, como para

verterse directamente a un cuerpo receptor. Se necesita una fase más en el tratamiento.

En este caso se recurrirá a un filtro anaeróbico, que recibe el agua proveniente del tanque séptico por medio de un sistema de tuberías que la dirige hacia el fondo del filtro, el agua se distribuye de manera uniforme e ira ascendiendo a través de unas losetas falsas y filtros de grava que están dispuestos en el interior del filtro, de ahí pasa por una fina película de microorganismos adheridos a la superficie, o floculados, dónde se realiza el proceso de degradación anaerobia (VER ANEXO C).

Las ventajas de la digestión anaerobia son la alta eficiencia en la purificación, estimada en un 80 por ciento de remoción de la DQO, la baja producción de lodos y el bajo consumo de energía.

CAPÍTULO VII

7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

7.1. Objetivos Específicos:

Objetivo 1: Diagnosticar las condiciones ambientales existentes en el área del proyecto.

Objetivo 2: Identificar y describir los impactos ambientales generados en el proyecto. Para identificar los impactos ambientales que se generaran en el sistema de alcantarillado separado sanitario - pluvial y tratamiento de las aguas servidas para el barrio Chiriboga y recinto El Rocío, en la parroquia de Lloa, cantón Quito, provincia de Pichincha se implementará la Matriz de Leopold modificada que es una metodología de evaluación de impacto ambiental.

7.1.1 Etapa 1: Identificación.

Se usa una evaluación preliminar basada en la siguiente información:

- Descripción del proyecto o de la actividad en sus aspectos relevantes y pertinentes al estudio, incluyendo la legislación ambiental aplicable.

- Descripción del área de influencia con la definición del área involucrada y la descripción, en forma general, del medio ambiente relacionado con las actividades.

7.1.2 Etapa 2: Descripción y análisis.

Consiste en la aplicación concreta del alcance del estudio definido para un proyecto determinado. Se revisan los impactos significativos, previamente identificados, especialmente aquellos de carácter negativo, y se establecen sus respectivas medidas de mitigación y compensación. Su importancia radica en el análisis detallado de los impactos ambientales.

a) Descripción del ambiente, se analizarán las condiciones ambientales, que pueden ser afectadas por el proyecto, al nivel de detalle deseado. Se requiere, conocer exactamente los componentes involucrados al interior del territorio afectado, o área de influencia de la acción, el que se define como la zona donde ocurren los impactos.

b) Pronóstico y análisis de impactos ambientales, se realiza sobre la base de revisar el carácter significativo de los impactos, poniendo especial atención en aquellos que presentan un nivel crítico o irreversible. Con estos fines se utilizan

metodologías estructuradas que permiten predecir el comportamiento de los distintos tipos de impactos que puedan presentarse.

7.2. Características físicas ambientales.

7.2.1. Ubicación.

El barrio Chiriboga pertenece a la Parroquia rural de Lloa localizada al Suroccidente del cantón Quito, a 51 km hacia el Suroccidente de la ciudad de Quito por la antigua vía a Santo Domingo de los Colorados (actualmente Santo Domingo de los Tsachilas) con altitud de 1800 msnm.

El recinto El Rocío se ubica a 806 metros sobre la misma vía antigua hacia Santo Domingo de los Tsachilas con una altitud media de 1810 msnm.

El sector tiene una temperatura media de 15° C y una pluviosidad media anual entre los 117.6 y 3944.2 mm.

7.2.2. Topografía.

Las dos poblaciones se encuentran en las estribaciones de la cordillera de los Andes, la topografía del sector es variada. El terreno del barrio Chiriboga tiene una

Christian Patricio Ocampo Andrade

pendiente de sur a norte de 3.0 %, mientras que el terreno del recinto El Rocío tiene una pendiente de este a oeste de 6.0 %, siendo este el más irregular. Las pendientes más pronunciadas son las que se acercan al sitio del tratamiento de las aguas provenientes de los domicilios (red sanitaria).

7.2.3. Recursos hídricos.

De acuerdo al estudio de suelos llevado a cabo, nos indica que el nivel freático de la zona no se verá afectado con el proyecto, ya que es muy poco profunda la ubicación del mismo. El único río que recorre el sector es el Río Saloya, además de las pequeñas quebradas adyacentes al sector son secas en época de verano.

7.2.4. Flora y fauna.

Chiriboga:

La fauna del sector es poca según las visitas de campo realizadas y ha ido mermando de acuerdo a los conversatorios que se ha tenido con los moradores más ancianos del sector. El área consolidada dónde se agrupa la mayor cantidad de pobladores y sus alrededores se han convertido en terrenos agrícolas, lo que ha acabado con la vegetación nativa y ha obligado a migrar hacia las zonas más altas a

la fauna que antes habitaba el sector. Cabe entonces recalcar que no hay vegetación nativa en el área del proyecto y la fauna es muy escasa.

El Rocío:

Es una aldea ecológica protegida, dónde se ha marcado un área consolidada dónde se encuentran las viviendas de sus habitantes, los alrededores son aun bosques nativos que preservan el ecosistema, aun así se ha descuidado el mantenimiento íntegro del sector, la disposición de los desechos sanitarios se hacen imprescindibles para el sector.

7.2.5. Uso del suelo.

De acuerdo al uso del suelo se analiza la densidad de las zonas en los dos sectores del proyecto, de ahí se define que el uso del suelo es el siguiente:

El barrio de Chiriboga es, en su totalidad, un sector agrícola residencial mientras que el recinto el Rocío es una aldea ecológica protegida.

La ocupación del suelo seguirá hacia una tendencia a ser residencial. Con el paso del tiempo se deberá prever que dónde hoy se realiza la actividad de agricultura, habrá, más adelante, viviendas en general.

7.2.6. Aspectos socio-económicos.

Las siguientes actividades son las realizadas por los habitantes del barrio Chiriboga y el recinto El Rocío: agrícola ganadera, obrero, jornalero, empleado y otros. En el barrio Chiriboga se pudo establecer que la PEA es de 61 habitantes, lo que significa el 45% de la población, mientras que en el recinto el Rocío, la PEA es de 30 habitantes, lo que significa el 83% de la población. Poco a poco ha ido presentándose un relativo proceso de cambio del uso del suelo, producto del proceso de ocupación y consolidación de tierra para uso habitacional.

7.2. Necesidad de evaluación de impactos.

Al considerarse las redes de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial y la planta de tratamiento, se vienen efectos producto de la construcción, operación y mantenimiento de todo el sistema, de ahí que es imperativo conocer los efectos ambientales que se producirán para lograr una mitigación de dichos impactos sobre el ambiente, considerando de ser posible, todos los aspectos que intervienen y que se verán afectados.

7.3. Determinación y evaluación de impactos ambientales.

7.3.1. Generalidades.

Al considerar en el diseño, los diferentes componentes y acciones del proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial, obras complementarias, las cuales darán servicio a una población futura de los poblados Chiriboga y El Rocío, pertenecientes a la parroquia de Lloa del cantón Quito.

7.3.1. Metodología de evaluación

Se analiza los planos y diseños constructivos de las distintas obras del proyecto, y se los sitios de su implantación y área de influencia. Al mismo tiempo, se identifica los posibles impactos que resultarían en los diferentes componentes del entorno ambiental, social, cultural o económico del área de influencia.

7.3.2. Identificación de Factores ambientales

La identificación de impactos ambientales están dadas para todas las fases del proyecto que son: construcción, operación y mantenimiento. Deben conocerse entonces todos los factores que se verán afectados en cada una de las fases.

La matriz de Leopold está compuesta por los siguientes elementos:

Tabla 7.01: Factores ambientales sensibles

SUELO	AGUA	AIRE	SOCIOECONÓMICO
Disposición inadecuada del material producto de las excavaciones	Infiltraciones de contaminantes al agua freática	Generación de ruido	Obstrucción y daño temporal de las vías de accesos vehicular y peatonal
Vertidos de hidrocarburos	Arrastre de sedimentos producto de las excavaciones	Generación de polvo	Daño temporal a las instalaciones de servicios básicos (agua, Luz y teléfono)
Generación de desechos sólidos	Descarga de aguas servidas		Interrupción de servicios básicos
			Generación de empleo
			Deslizamientos y derrumbe de las zanjias y túneles

FUENTE: PROPIA

Considerando las siguientes actividades para la ejecución de las diferentes fases del Sistema de Alcantarillado, que son generadoras de impactos negativos al ambiente y que a su vez, conforman las columnas de la Matriz de Leopold:

Tabla 7.02: Factores en las fases del proyecto

Fase de Construcción	Fase de Operación y Mantenimiento
Instalación de campamentos	Mantenimiento del alcantarillado
Excavación	Operación del alcantarillado
Construcción de pozos de avance	
Transporte de materiales	
Construcción de túneles	
Operación de campamento	
Cierre de obra	
Contratación de mano de obra	

FUENTE: PROPIA

7.4. Determinación y evaluación de impactos ambientales.

Una vez identificados los impactos ambientales, se procede a calificarlos y evaluarlos. Para encontrar las intersecciones de las actividades del proyecto con los elementos ambientales, se cruzan en la matriz de Leopold, las actividades del proyecto (columnas) que pueden alterar el medio ambiente y los parámetros ambientales (filas) que pueden ser afectados negativamente (VER ANEXO I).

7.5. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación tiene la finalidad de prevenir, reducir, recomendar y compensar los impactos ambientales negativos que se presenten durante la ejecución del proyecto.

Los siguientes son las actividades de mitigación junto a los indicadores de los mismos.

SUELO

Manejo de Desechos Sólidos		
Etapas de Construcción		
Aspecto Ambiental	Actividad	Indicador
Disposición inadecuada del material producto de las excavaciones	Disponer escombros y desechos sujetándose a los sitios establecidos para el efecto.	Disposición de escombros y desechos. Difusión del procedimiento al contratista y trabajadores.
Generación de desechos sólidos domésticos.	Disponer desechos sólidos domésticos, sujetándose a los sitios establecidos para el efecto.	Disposición de desechos sólidos domésticos. Difusión del procedimiento al contratista y trabajadores.
Etapas de Operación		
Generación de desechos sólidos domésticos.	Disponer desechos sólidos domésticos, sujetándose a los sitios establecidos para el efecto.	Difusión del procedimiento a trabajadores de la EPMAPS (Mantenimiento). Disposición de desechos sólidos domésticos.

AGUA

Descarga de Aguas Servidas		
Etapa de Construcción		
Aspecto Ambiental	Actividad	Indicador
Incremento de carga orgánica al Río Saloya.	Entregar desechos a una fosa séptica provisional que se construirá en el campamento, sujetándose a los sitios establecidos para el efecto.	Difusión del procedimiento al contratista y trabajadores.
Etapa de Operación		
Incremento de carga orgánica al Río Saloya.	Entregar desechos a una fosa séptica provisional que se construirá en el campamento, sujetándose a los sitios establecidos para el efecto.	Difusión del procedimiento a los pobladores de las conexiones domiciliarias deben solo de aporte sanitario y que están obligados a descargar en la red sanitaria los desechos y no en la pluvial ni directamente al Río Saloya.

AIRE

Monitoreo de la Calidad del Aire		
Etapa de Construcción		
Aspecto Ambiental	Actividad	Indicador
Generación de ruido y vibración.	Realizar monitoreo de las emisiones de ruido.	Monitoreos programados
Etapa de Operación		
Generación de ruido y vibración	Realizar monitoreo de las emisiones de ruido según lo dispone la DMMA a través de sus Entidades de Seguimiento	Monitoreos programados y realizados

Emisiones Producidas por Levantamiento de Polvo		
Etapa de Construcción		
Aspecto Ambiental	Actividad	Indicador
Generación de polvo.	Controlar el levantamiento excesivo de polvo producto del tránsito vehicular en el sitio de obra y por acción del viento, manteniendo permanentemente humedecida el área.	Actividad realizada / Actividad programada

SOCIOECONÓMICO

Seguridad Industrial y Salud Ocupacional		
Etapa de Construcción		
Aspecto Ambiental	Actividad	Indicador
Deslizamientos y derrumbes de material en el área de excavación.	Capacitar a todo el personal involucrado en la obra, con la finalidad de poder identificar y evaluar riesgos potenciales de carácter ambiental en cada área de trabajo y responder oportunamente a la emergencia.	Capacitaciones programadas y realizadas

Monitoreo Socioeconómico		
Etapa de Construcción		
Aspecto Ambiental	Actividad	Indicador
Obstrucción y daño temporal de las vías de accesos vehicular y peatonal	Tomar medidas preventivas frente a la intervención de calles y accesos	Medidas realizadas / Medidas programadas

CAPÍTULO VIII

8. PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN

8.1. Presupuesto.

Una vez establecidos todos los elementos que constituyen el sistema de Alcantarillado, tanto pluvial como sanitario y el tratamiento de aguas servidas, se desglosa cada uno de los precios unitarios de dichos componentes, he ahí que se ha de adoptar, en lo que respecta a la definición de los rubros y conceptos de trabajo, lo establecido por la EPMAPS-Q; por tanto, se consideran los precios unitarios elaborados por la institución.

8.2. Análisis de precios unitarios.

El precio unitario, es el valor que tiene una unidad de instalación, ejecución, provisión, montaje, etc. para un lugar determinado en circunstancias propias y viene justificado mediante un análisis de costo. Para determinar el precio unitario de una unidad, es necesario sumar todos los costos que están inmersos en ella, es decir, costo de materiales, equipos y mano de obra más los costos indirectos (gastos administrativos, interés, utilidad).

Christian Patricio Ocampo Andrade

El análisis de precios unitarios para el proyecto se lo ha realizado usando el software de desarrollo ecuatoriano PROEXCEL, el cual es una herramienta versátil para hacer de manera eficiente todo el análisis que necesita un proyecto y adopta los formatos de las diferentes entidades del país, también presenta el presupuesto y el cronograma detallado. (VER ANEXO E).

8.2.1. Análisis de costos de mano de obra.

Los datos de remuneración son provenientes de la base de datos de la tabla de los sueldos para los trabajadores de la construcción de la Contraloría General del Estado, del cual se tomaron como referencia los salarios de acuerdo a las categorías ocupacionales, para el año 2013.

8.2.2. Costos de maquinaria.

El costo horario de la maquinaria está relacionado con el período de vida útil y depende de las condiciones de trabajo y operaciones a la cual está sometida.

8.2.3. Análisis de costos indirectos.

Los costos indirectos son aquellos gastos que no han sido considerados en los directos y que se producen en la ejecución del proyecto.

Se determinó los costos indirectos de la siguiente manera:

Tabla 8.01: Análisis de costos indirectos para el proyecto

COSTO INDIRECTO	PORCENTAJE
Administración	4%
Impuestos	3%
Gastos Financieros	2%
Utilidad	4%
Imprevistos	3%
Supervisión Administrativa	4%
TOTAL	20%

FUENTE: PROPIA

8.2.4. Tabla y cantidades de precios.

Los volúmenes de obra se calculan en base a las características del proyecto, obtenidas de los planos, en los cuales constan los tipos de materiales y cantidades a utilizarse.

8.3. Presupuesto del alcantarillado separado y la planta de tratamiento.

Determinadas las cantidades de obra y los precios unitarios de cada rubro, el presupuesto es el producto de ambas cantidades. Los precios unitarios de los diferentes rubros son los proporcionados por la EPMAPS-Q y se ajustan a las especificaciones técnicas.

8.4. Cronograma valorado de actividades.

Finalizado el estudio, la ejecución de las obras se deberán ir dando acorde con el desembolso de capital para llevar a cabo las distintas actividades.

Se considera suficiente un período de cuatro meses para ejecutar en su totalidad el proyecto y las actividades que deberán realizarse y el gasto del monto del proyecto se describen en el cronograma valorado de actividades (VER ANEXO E).

8.5. Especificaciones técnicas.

Siendo universales en su aplicación a lo largo de todo el territorio ecuatoriano, se han adoptado las especificaciones técnicas establecidas por la EPMAPS-Q (VER ANEXO F), excepto las recomendaciones establecidas para el filtro anaeróbico en el tratamiento, que corresponde a las especificaciones de los rubros establecidos por la EPMAPS-Q.

CAPÍTULO IX

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones.

- La tasa de crecimiento poblacional en el sector es negativa, por lo que se optó por trabajar con la población de saturación, de lo cual cada vivienda tendrá un promedio de 4 habitantes.

- De las inspecciones de campo realizadas, la falta de políticas sanitarias en el barrio Chiriboga y en el recinto El Rocío, hace necesario solucionar los problemas sanitarios generados a lo largo del tiempo y prever las futuras intervenciones en el área del proyecto.

- El diseño del sistema de alcantarillado separado permitirá a la población disponer adecuadamente las aguas servidas y elevar el nivel de vida de toda la población.

- La recolección y evacuación de las aguas servidas, será mediante 2 sistemas que confluyen a la planta de tratamiento. Cada sistema corresponde a uno de los poblados, pero la descarga será la misma posterior al tratamiento.

- En el barrio, es necesario en ciertos casos una servidumbre de paso de la vía por dónde circulará la red, para lo cual se mantuvo reuniones con los Presidentes de cada sector, que comunicó a los pobladores cuyos terrenos serán afectados y/o beneficiados con el proyecto.

9.2. Recomendaciones.

- Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la red, con el fin de garantizar un funcionamiento óptimo durante su periodo de diseño.

- En la etapa de construcción de las estructuras se debe tener una adecuada metodología y técnica, que garantice que los materiales sean los adecuados y especificados por las normas establecidas, una correcta colocación de las tuberías con sus respectivas juntas.

- Iniciar con la educación de las personas que habitan en el barrio para que tengan un uso adecuado de la red, ya que en los primeros años las velocidades de auto limpieza serán mínimas y pueden producirse obstrucciones de la red.

- La limpieza de los tanques sépticos debe ser periódica para evitar que se produzca daño alguno en las estructuras y el colapso de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, M. (2003), *Sistemas de Alcantarillado. Programa de Ingeniería Sanitaria*. Sangolquí. Escuela Politécnica del Ejército.
- Carvajal. E. (2011), *Apuntes de la Materia de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil*, Sangolquí, Escuela Politécnica del Ejército.
- SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua (2009), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. Tlalpan-México.
- INAMHI (1999). *Estudio de lluvias Intensas*. Quito.
- Normas de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas NB-41 (2002), Sao Paulo.
- INEC, *VII Censo de Población Y VI de Vivienda* (2010), Quito.
- Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias (IEOS - 93), *Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales*, Quito.
- Empresa Publica Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento-Quito (EPMAPS- Q 2009), *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EPMAPS-Q, 01-AL-EMAAP-Q-2009*, Quito.
- Carrera, José Luis (2006); *Nociones Preliminares y Bases de diseño en los sistemas de agua potable*, Quito.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (2011), Quito.
- Azevedo Netto, J.M. (1942), *Manual de Hidráulica*, Sao Paulo.

- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2011), *Distribución Zonal de la Ciudad de Quito y Administración Zonal*, Recuperado de :
www.quito.com.ec/parroquias/index.php?option=com/pLloa
- Ley de Gestión Ambiental (1999), *Ley No. 37, Publicada en el Registro Oficial No, 245 el 30 de julio de 1999, Codificación 2004-019.*
- TULAS (2003), *Decreto Ejecutivo 3516, publicado en el Registro Oficial N° E 2, de 31 de marzo de 2003.*