



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**Disertación previa a la obtención del título de Ingeniero
Civil**

**Diseño hidráulico de la red de alcantarillado pluvial de la parroquia
Malchinguí del cantón Pedro Moncayo**

Autor: Diego Paúl Haro Robayo

Director: Ing. Carlos Aguilar

Quito, septiembre de 2012

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Yo, Ingeniero **Carlos Aguilar León**, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el tema: “DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA PARROQUIA MALCHINGUÍ DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO” del estudiante Diego Paúl Haro Robayo, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, julio 4 del 2012

EL DIRECTOR

Ing. Carlos Aguilar León

C.I.

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Diego Paúl Haro Robayo, declaro que el trabajo de investigación DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA PARROQUIA MALCHINGUÍ DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO es de mi propia autoría, que no ha sido expuesto en ningún trabajo o monografía de grado o profesionalmente; todo lo expuesto fue inquirido en base a la referencia bibliográfica incluida en este documento; y en su ejecución, se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Quito, julio 4 del 2012

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por siempre estar conmigo, por nunca haberme dejado ni desamparado, por esforzarme para alcanzar esta meta en mi vida y por darme siempre esa paz en medio de las tormentas.

Mis padres, por haberme dado su apoyo tanto espiritual como financiero para la consecución de un objetivo importante en mi vida profesional.

Universidad Internacional del Ecuador, a la Facultad de Ingeniería Civil y a todos sus profesores que hicieron de mí, un profesional.

ACTO QUE DEDICO

A:

*Dios, como una ofrenda
grata delante de sus ojos.*

*Mi hijo, Paul Isaac. Por
haberme dado siempre esa
chispa de energía y motivación
para alcanzar un sueño, y para
demostrarle que pese a las
adversidades uno debe seguir
adelante.*

Índice General

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR	ii
AUTORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
Índice General	vi
Índice de Tablas	xii
Índice de Ilustraciones	xiii
Índice de Ecuaciones	xiv
Índice de Anexos	xvi
Índice de Planos	xvii
Resumen	xviii
Introducción	xix
CAPÍTULO I	1
1 EL PROBLEMA	1
1.1 EL OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 SISTEMATIZACIÓN	2
1.5 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICO	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos	3
1.6 ALCANCE	4
1.7 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.8 IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN	5

1.8.1	Impacto Social	5
1.8.2	Impacto Teórico	6
1.8.3	Impacto Metodológico.....	6
1.8.4	Impacto Práctico	7
1.8.5	Impacto Ecológico o Ambiental.....	7
1.9	VIABILIDAD O FACTIBILIDAD.....	7
1.10	HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER.....	8
1.10.1	Hipótesis o idea a defender	8
1.10.2	Variables Independientes	9
1.10.3	Variables Dependientes	9
1.10.4	Indicadores e Instrumentos	9
CAPÍTULO II.....		10
2	EL MARCO REFERENCIAL.....	10
2.1	MARCO REFERENCIAL	10
2.1.1	Localización geográfica	10
2.1.2	Límites	11
2.1.3	Coordenadas geográficas.....	13
2.1.4	Vías de acceso	13
2.1.5	Transporte y comunicación terrestre.....	14
2.1.6	Topografía e Hidrografía del lugar	15
2.1.7	Aspectos climáticos	16
2.1.8	Actividades generadoras de empleo y trabajo	16
2.1.9	Actividades potencialmente lucrativas	16
2.1.9.1	Turismo	17
2.1.9.2	Comidas típicas	17
2.1.10	Productos comestibles	17
2.1.11	Crianza de animales menores	17
2.1.12	Organizaciones, asociaciones y comercio.....	18

2.1.12.1	Organizaciones de la parroquia	18
2.1.12.2	Asociaciones y microempresas de la parroquia	18
2.1.12.3	Comercio en Malchinguí	19
2.1.13	Instituciones públicas y educativas, equipamiento	19
2.1.13.1	Instituciones públicas	19
2.1.14	Generalidades especiales de la parroquia	19
2.1.14.1	Breve reseña histórica de Malchinguí.....	19
2.1.14.2	Tradiciones y festejos	20
2.1.14.3	Etnia	21
2.2	MARCO TEÓRICO.....	21
2.2.1	Breve reseña histórica de los sistemas de alcantarillado.	21
2.2.2	Análisis de los sistemas de alcantarillado.....	22
2.2.3	Características.....	23
2.2.4	Tipos de Sistemas de Drenaje.....	24
2.3	MARCO CONCEPTUAL.....	26
2.3.1	Definición de términos	26
2.4	MARCO LEGAL	39
CAPÍTULO III.....		42
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1.1	Campo	42
3.1.2	Área	42
3.1.3	Aspecto.....	42
3.1.4	Delimitación Espacial.....	42
3.1.5	Delimitación Temporal	43
3.1.6	Unidades de Observación.....	43
3.1.7	Enfoque de la Investigación.....	43
3.2	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.2.1	Investigación bibliográfica y documental.....	43

3.2.2	Investigación de campo	44
3.2.3	Investigación con encuestas y entrevistas	45
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
3.4	VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS A DEFENDER	49
3.4.1	Investigación sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura	49
3.4.1.1	Condición actual de servicios básicos.....	49
3.4.1.1.1	Sistema de agua potable	49
3.4.1.1.2	Sistema alcantarillado pluvial.....	50
3.4.1.1.3	Telefonía.....	50
3.4.1.1.4	Energía eléctrica	50
3.4.1.2	Descripción de las necesidades	50
3.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.5.1	Priorización de necesidades	51
CAPÍTULO IV		52
4	FASE DE EJECUCIÓN TÉCNICO PROFESIONAL.....	52
4.1	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial en la parroquia Malchinguí del cantón Pedro Moncayo	52
4.1.1	Descripción del proyecto.....	52
4.2	Levantamiento topográfico	53
4.2.1	Planimetría y Altimetría.....	53
4.3	Diseño del sistema	54
4.3.1	Descripción del método a utilizar	54
4.3.2	Ventajas y propiedades del material de la tubería a usarse en el diseño.....	54
4.3.3	Periodo de diseño.....	56
4.3.4	Características del subsuelo.....	57
4.3.5	Determinación del coeficiente de escurrimiento	58

4.3.6	Determinación de lugares de descarga	64
4.3.7	Determinación de áreas tributarias	64
4.3.8	Determinación de la intensidad de lluvia.....	64
4.3.9	Desarrollo de la curva de intensidades máximas del Inamhi para el sector de Malchinguí y sus alrededores	67
4.3.10	Pendiente de tubería	68
4.3.11	Diámetro de tubería.....	69
4.3.12	Profundidad mínima de relleno a la cota clave de la tubería	69
4.3.13	Pozos de revisión	69
4.3.14	Sumideros	70
4.3.15	Pozos de salto.....	70
4.3.16	Velocidades y caudales a sección llena.	77
4.3.17	Flujo en tuberías con sección parcialmente llena	80
4.4	Calculo tipo de caudal para tramos iniciales	82
4.5	Calculo tipo del caudal para tramos intermedios.....	85
4.6	Calculo comparativo de Intensidades de lluvia por ubicación geográfica (Provincia de Pichincha).....	89
4.6.1	Estación Izobamba.	89
4.6.2	Estación Quito-Observatorio.....	90
4.6.3	Estación Iñaquito-Inamhi.	91
4.6.4	Estación Dac-Aeropuerto.....	92
4.6.5	Estación La Chorrera	92
4.6.6	Estación La Tola	93
CAPÍTULO V		94
CONCLUSIONES.....		94
RECOMENDACIONES		96
a)	A las autoridades de la parroquia.....	96

b) A los moradores de la parroquia	97
BIBLIOGRAFIA.....	98
ANEXOS	100

Índice de Tablas

Tabla I. Vías de acceso de la parroquia	14
Tabla II. Valores para coeficiente de escurrimiento rural.....	62
Tabla III. Valores para coeficiente de escurrimiento urbano (Valores aplicables para tormentas de recurrencia de 5-10 años).....	62
Tabla IV. Valores usados para determinar un coeficiente de escurrimiento según las características de la superficie.....	63
Tabla V. Determinación de la Intensidad de lluvia, dependiendo la zona geográfica.....	65
Tabla VI. Valores típicos de dimensionamiento de Pozo de Salto tipo I	71
Tabla VII. Valores típicos de dimensionamiento de Pozo de Salto tipo II	73
Tabla VIII. Valores típicos de dimensionamiento de Pozo de Salto tipo III	76
Tabla IX. Velocidad máxima (m/s) en tuberías de acuerdo al material de elaboración.....	78
Tabla X. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning de acuerdo al material de la tubería.	79

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Localización Geográfica de la parroquia Malchinguí	10
Ilustración 2. Ubicación en el Ecuador de la parroquia Malchinguí	12
Ilustración 3. Delimitación política administrativa de la parroquia Malchinguí	12
Ilustración 4. Población de la parroquia Malchinguí por sexo.....	46
Ilustración 5. Población de la parroquia Malchinguí por edad	47
Ilustración 6. Población de la parroquia Malchinguí por estado conyugal	47
Ilustración 7. Población de la parroquia Malchinguí por ocupación	48
Ilustración 8. Población de la parroquia Malchinguí por alfabetismo ...	48
Ilustración 9. Población de la parroquia Malchinguí por grado de educación	49
Ilustración 10. Litología del suelo de Malchinguí por hectáreas	57
Ilustración 11. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo I	71
Ilustración 12. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo II	72
Ilustración 13. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo III – Sección A-A	74
Ilustración 14. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo III	75
Ilustración 15. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo III – Sección C-C.....	75
Ilustración 16. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo Bandejas ..	77
Ilustración 17. Corte de tubería de diámetro “D”	80
Ilustración 18. Corrida de comprobación del tirante normal, en sección circular en H Canales para tramos iniciales.	84
Ilustración 19. Corrida de comprobación del tirante normal, en sección circular en H Canales para tramos intermedios.....	88
Ilustración 20. Coordenadas de la Estación Izobamba – Santa Catalina.	89
Ilustración 21. Precipitación en Estación Izobamba – Santa Catalina.	90
Ilustración 22. Coordenadas de la Estación Quito –Inamhi.	91
Ilustración 23. Precipitación en Quito – Inamhi.	92

Índice de Ecuaciones

<i>Ecuación a) Fórmula del método racional lluvia – caudal.....</i>	<i>54</i>
<i>Ecuación b) Fórmula general para el cálculo del coeficiente de escurrimiento.....</i>	<i>58</i>
<i>Ecuación c) Fórmula para el cálculo del coeficiente de escurrimiento medio.....</i>	<i>60</i>
<i>Ecuación d) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Estación Izobamba.....</i>	<i>65</i>
<i>Ecuación e) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. Quito-Observatorio.....</i>	<i>65</i>
<i>Ecuación f) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. Iñaquito-Inamhi.....</i>	<i>65</i>
<i>Ecuación g) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. Dac-Aeropuerto.....</i>	<i>65</i>
<i>Ecuación h) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. La Chorrera.....</i>	<i>65</i>
<i>Ecuación i) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. La Tola.....</i>	<i>66</i>
<i>Ecuación j) Fórmula para el cálculo del tiempo de concentración de lluvia más tiempo de recorrido.....</i>	<i>66</i>
<i>Ecuación k) Fórmula para el cálculo del tiempo de concentración.....</i>	<i>67</i>
<i>Ecuación l) Fórmula para el cálculo del tiempo de concentración.....</i>	<i>67</i>
<i>Ecuación m) Fórmula de Intensidades máximas de lluvia de acuerdo al Inamhi.....</i>	<i>67</i>
<i>Ecuación n) Fórmula para el cálculo de la pendiente de terreno.....</i>	<i>68</i>
<i>Ecuación o) Fórmula para el cálculo de velocidad a sección llena.....</i>	<i>78</i>
<i>Ecuación p) Fórmula para el cálculo del radio hidráulico para sección llena.....</i>	<i>79</i>
<i>Ecuación q) Fórmula para el cálculo del ángulo central en tubería parcialmente llena.....</i>	<i>80</i>

<i>Ecuación r) Fórmula para el cálculo del radio hidráulico para sección parcialmente llena.</i>	<i>81</i>
<i>Ecuación s) Fórmula para el cálculo de la velocidad para sección parcialmente llena.</i>	<i>81</i>
<i>Ecuación t) Fórmula para el cálculo del caudal para sección parcialmente llena.</i>	<i>81</i>

Índice de Anexos

Anexo 1. Diseño y Presupuesto general de construcción del Alcantarillado Pluvial para la parroquia Malchinguí	1
Anexo 2. Cronograma general de actividades.....	2
Anexo 3. Análisis de precios unitarios	3
Anexo 4. Norma INEN 1-590 y 1-591 “Tubos y accesorios de hormigón simple y armado”	4
Anexo 5. Remuneraciones mínimas por ley para trabajadores de la construcción	5
Anexo 6. Especificaciones técnicas y breve memoria técnica del proyecto.....	6
Anexo 7. Curva de intensidades máximas de lluvias – Inamhi	7
Anexo 8. Isolíneas de intensidades de precipitación del Ecuador – Inamhi.....	8
Anexo 9. Planos del proyecto.....	9

Índice de Planos

Grupo de planos 1. Implantación general.....	1
Grupo de planos 2. Áreas de aportación	2
Grupo de planos 3. Perfiles Longitudinales de tubería	3
Grupo de planos 4. Detalles tipo	4

Resumen

Se estudió la necesaria e imprescindible implementación de un nuevo sistema de alcantarillado pluvial, debido a que el actual sistema posee características obsoletas y su vida útil superó ya los 30 años –tiempo al que generalmente se diseña un sistema de alcantarillado-, lo que ha ocasionado que en temporadas de lluvia las tuberías trabajen al máximo de su capacidad de conducción. Se pensó entonces la posibilidad incluir P.V.C. como material de la tubería pero debido a las fuertes pendientes naturales del terreno de la parroquia se utilizó tubería de Hormigón. Los modelos matemáticos hidráulicos e hidrológicos (fórmulas del Método Racional para caudales pluviales, Manning, curvas de intensidades máximas del INAMHI, rugosidades y escorrentía) ayudaron a encontrar los diferentes parámetros de diseño (intensidad de lluvia, áreas de aportación, coeficientes de escurrimiento, velocidades máximas, caudales de diseño, periodo de retorno, relaciones hidráulicas) que sirvieron para el cálculo del diámetro de la tubería que se va a transportar el flujo. Este nuevo proyecto involucró dos ramales importantes en las calle Quito y Jerusalén, y varios ramales secundarios que gracias a sumideros de calzada depositarán las aguas lluvias en ramales principales de conducción. Los pozos de revisión –también de hormigón- se los dispusieron de forma estratégica a lo largo del proyecto. El diámetro interior final de descarga fue de 1700mm (1.70 m). En la fase de descarga de la conducción las aguas lluvias serán depositadas en la quebrada ubicada al Sur – Este de la parroquia. Se realizó un análisis de precios unitarios con un presupuesto tentativo de construcción que sirva de ayuda también al área técnica de la EMASA-PM (Empresa Municipal de Agua Potable y Servicio Básico). Diseño, Alcantarillado pluvial, Parámetros, Inamhi, Tubería de hormigón, Parroquia Malchinguí, Presupuesto de construcción, Bienestar social.

Introducción

El trabajo de investigación consiste en realizar el Diseño Hidráulico de un nuevo Sistema de Alcantarillado Pluvial para la parroquia Malchinguí, que pertenece al Cantón Pedro Moncayo de la Provincia de Pichincha. Se investiga la deplorable y obsoleta red de alcantarillado pluvial, así como la disminución de su capacidad de conducción. De tal forma que su GOBIERNO MUNICIPAL y la Empresa Municipal de Agua Potable y Servicio Básico EMASA-PM; conscientes de ello, van apoyar con gestiones necesarias para dotar a la población de dicho servicio y contribuir con ello a elevar la calidad de vida de los pobladores, fortaleciendo el riego en los cultivos, mantenimiento físico de la parroquia y dotación de agua para consumo humano en tiempos de estiaje y sequía.

La parroquia de Malchinguí es la más grande en extensión del Cantón Pedro Moncayo, tiene 9834,18 hectáreas de área total. Atraviesa el cantón de noreste a sur oeste, partiendo desde la Laguna Grande de Mojanda a 3714 m.s.n.m., atraviesa una hondonada enmarcada por el Fuya Fuya y el Colangal hacia el oeste y por las Puntas de San Bartolo al este, discurre hacia el suroeste hasta el río Pisque y luego hasta su desembocadura en el Guayllabamba, la parroquia termina en el punto más bajo del cantón a 1700 m.s.n.m., a orillas de este último río.

El Gobierno a través del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), se encuentra implementando el Programa de Agua y Saneamiento para comunidades Rurales y Pequeños Municipios del Ecuador, con el que se beneficiará a toda esta población.

Este programa es parte de un proyecto de inversiones en áreas rurales de los municipios más pequeños del país, con alto contenido de desarrollo social, que tendrá por objetivos, los siguientes:

- Modernizar el sistema de servicios de alcantarillado de la comunidad.

- Suplir las necesidades básicas y elementales de la comunidad, en lo que a servicios básicos se refiere.
- Tener una dotación de agua constante y de alta calidad en toda época del año.

La investigación está estructurada fundamentalmente por los siguientes temas relevantes:

Capítulo I. El Problema: Objeto de la Investigación, Problematización, Objetivos, Justificación, Idea a defender.

Capítulo II. Marco Referencial, Marco Teórico, Marco Conceptual.

Capítulo III. Metodología de la Investigación, Tipos de investigación, Población y muestra, Verificación de la hipótesis o idea a defender, Conclusiones y Recomendaciones de la Investigación.

Capítulo IV. Fase de ejecución técnico profesional, Diseño de alcantarillado pluvial en Malchinguí.

Capítulo V. Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía, Anexos, Planos de construcción.

Este es un estudio en paralelo al Diseño de Alcantarillado Sanitario para la parroquia Malchinguí del Sr. Leonel Cumbal, por lo que existen temas de relación, más esto no expresa que se tenga un mismo contenido.

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA

1.1 EL OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

El objeto de estudio de la presente investigación contempla el implementar un nuevo sistema de alcantarillado pluvial que sustituya al actual que ha cumplido ya su vida útil y por ende la capacidad de conducción de sus tuberías ha disminuido. Con un nuevo sistema de alcantarillado pluvial encausarán las aguas lluvias de una manera óptima hasta su descarga en la quebrada Tajamar ubicada al Sur -Este de la parroquia.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Cantón Pedro Moncayo en la Parroquia Malchinguí, se determinó mediante inspecciones y experiencias en campo con sus pobladores y autoridades, que uno de sus problemas prioritarios es la inminente e inmediata renovación del servicio básico de alcantarillado, con un nuevo sistema independiente que conduzca por separado las aguas lluvia de las aguas servidas, ya que el actual sistema que es combinado tiene más de 30 años de vida útil y ha perdido ya su capacidad de conducción efectiva. Con este encauzamiento se procura que las aguas pluviales lleguen a su descarga final sin que los pobladores de la parroquia experimenten inconvenientes que por inundaciones se susciten.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Contribuiría a una mejor calidad de vida – en salud y bienestar - a los habitantes, cuidaría el ornato y fomentaría a un mejor uso de recursos hídricos para la parroquia Malchinguí, la ejecución y construcción del proyecto de diseño de un nuevo sistema de alcantarillado pluvial que reemplazaría al actual que es combinado y que ya ha sobrepasado sus 30 años de vida útil.

1.4 SISTEMATIZACIÓN

La calidad de vida de los habitantes de la parroquia Malchinguí depende significativamente de los servicios básicos que posean, el agua potable, telefonía, alcantarillado, etc., pues mejoran en gran manera el bienestar y la salud de los pobladores.

El poseer servicios que abastezcan de forma efectiva y eficaz en este caso la conducción de aguas pluviales contribuye al aprovechamiento y conservación del bien físico como lugar turístico.

La implementación del diseño de un nuevo sistema pluvial de alcantarillado estructurado básicamente en dos ramales importantes el de la Avenida Quito y el de la Avenida Jerusalén; sustituiría el actual sistema combinado que ha cumplido con su vida útil, evitando inconvenientes a largo plazo.

1.5 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICO

1.5.1 Objetivo general

Realizar el Diseño Hidráulico de la red de Alcantarillado Pluvial para la parroquia Malchinguí, ubicada en el Cantón Pedro Moncayo; con la utilización de modelos matemáticos de cálculos hidráulicos e hidrológicos.

1.5.2 Objetivos específicos

- Reunir información meteorológica, climática e hidrológica del INHAMI; información básica en la determinación de los caudales de escorrentía y precipitaciones que van a ser captados por la red pluvial de alcantarillado.
- Determinar los problemas que ocasiona la falta de un nuevo sistema de alcantarillado pluvial.
- Compilar información topográfica del relieve del terreno, calles y accesos de la zona en la que se implantará el proyecto, para verificación de pendientes de tubería en su conducción.
- Investigar todos los parámetros de diseño (intensidad de lluvia, escorrentía, áreas tributarias, pendientes, diámetros de tuberías, velocidad, caudales, etc.)
- Diseñar la red de alcantarillado pluvial para la parroquia Malchinguí utilizando la fórmula del Método Racional.

- Realizar los planos de diseño de alcantarillado pluvial, tanto en planta como en perfiles además de los planos de detalles constructivos y elementos estructurales del sistema.
- Presentar presupuesto tentativo de construcción de la red.

1.6 ALCANCE

El trabajo consiste en realizar el Diseño Hidráulico del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la parroquia Malchinguí, perteneciente al Cantón Pedro Moncayo de la Provincia de Pichincha. Se realiza este diseño con la finalidad de apoyar con información técnica pertinente para que la Empresa Municipal de Agua Potable y Servicio Básico EMASA-PM sustente los trabajos de ejecución de Obras de servicios sanitarios en la parroquia.

Se estudiarán todas las variables referentes al diseño y a una potencial ejecución de los trabajos, así como el impacto ambiental que demandarían dichos eventos.

Se utiliza básicamente la técnica de investigación referenciada en cursos y aporte bibliográfico de Alcantarillado en zonas urbanas y rurales, de tal forma que servirá de herramienta comparativa y crítica para un desenvolvimiento de ejecución de trabajos oportuno, crítico, serio, ético, eficaz y efectivo; logrando con ello tener optimización de recursos (Técnico, Mano de Obra, Económico, etc.).

La finalidad de una posterior consecución de dichos trabajos beneficiará a la comunidad y sus alrededores cubriendo sus necesidades básicas de saneamiento, por un lado y a una mejor calidad de vida de sus moradores, mejorando su desarrollo social y ornato de la parroquia.

1.7 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio del diseño de un nuevo sistema de alcantarillado pluvial para la parroquia Malchinguí centra sus justificativos en los siguientes aspectos:

- El diseño del nuevo sistema de alcantarillado será totalmente independiente, esto quiere decir que un sistema evacuará las aguas servidas y el otro sistema ubicado al centro de la calzada -motivo de este estudio- transportará las aguas de lluvia; con esto, evitamos que se contamine un volumen considerable de agua que en su descarga final se depositará en la quebrada Tajamar, conservando de mejor manera el medio ambiente y sus ríos.
- El diseño del nuevo sistema de alcantarillado pluvial será realizado para que posea una mayor capacidad y mayor vida útil, y esto ayudará a evacuar las aguas lluvias de forma más efectiva, sin causar inconvenientes a los habitantes de la parroquia y a sus inmediaciones; y así gocen de un servicio público que al que no se lo tenga que hacer mantenimiento por largo tiempo y no se generen gastos de manutención.
- El diseño de una nueva red de alcantarillado pluvial, servirá de ayuda y aporte al área técnica de la EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SERVICIO BÁSICO EMASA-PM, en su fase de construcción.
- El estudio servirá de proyecto de Titulación para la obtención del título de Ingeniero Civil.

1.8 IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Impacto Social

La investigación del proyecto y su posterior ejecución tienen una alta trascendencia en la parroquia Malchinguí contribuyendo de manera

eficaz a la mejora de sus servicios básicos. En este caso su alcantarillado poseerá una capacidad y una vida útil perdurables por largos años.

Una vez materializado el proyecto los beneficiarios de la investigación serán los habitantes de la parroquia Malchinguí y sus alrededores donde la principal actividad productiva es la agricultura tanto de productos comestibles como de plantaciones florícolas, que se exportan al exterior. El turismo también es una fuente potencial de ingreso de recursos para sus habitantes.

1.8.2 Impacto Teórico

Este proyecto recurre a fuentes de investigación, primarias y secundarias con conocimientos ya establecidos pero con la actualización, ética y profesionalismo. Además de modernas técnicas de diseño que se sujetan a las normas y reglamentos vigentes en nuestro país y a nivel internacional; que desarrollan e impulsan en gran forma los criterios hidráulicos e hidrológicos de diseño en el área técnica encargada de estos procesos.

1.8.3 Impacto Metodológico

La investigación recurre a un sinnúmero de alternativas de consulta tanto de seminarios como de cursos y recursos ricos en diseños de proyectos de alcantarillado pluvial así como modelos matemáticos hidráulicos e hidrológicos de mucha relevancia que el investigador ordena de la debida manera para que el resultado sea comprensible para todas las personas que lo lean.

Los modelos a utilizarse para el diseño de alcantarillado pluvial recurren a la teoría lógica y práctica, es decir el investigador para realizar este estudio acoge los principios técnicos de acuerdo con las fórmulas, propiedades hidráulicas, criterios de diseño, criterios de

velocidad mínima, rugosidad, coeficiente de escorrentía, transportes de sedimentos, condiciones de flujo y pendientes mínimas admisibles de los diferentes componentes que conforman los nuevos sistemas de Alcantarillado.

1.8.4 Impacto Práctico

El estudio del diseño de alcantarillado pluvial de la parroquia Malchinguí prevé aportar en forma significativa con documentos técnicos hidráulicos como: diseños, planos, cálculos, conclusiones y recomendaciones al departamento encargado del área técnica de la Municipalidad que ejecutará este proyecto.

1.8.5 Impacto Ecológico o Ambiental

En este estudio todos los procedimientos descritos y diseños ejecutados minimizan el impacto ambiental y ecológico, debido fundamentalmente a la reutilización y aprovechamiento de las aguas pluviales en la descarga final de su conducción. Estos procedimientos para manejo de materiales cementicios y agregados, acero y hierro de alambres y varillas, manejo de escombros, control de polvo en las obras, manejo de materiales peligrosos, lugares de protección animal, etc., se encuentran especificados en las Normas de Diseño de Alcantarillado de la Epmaps Quito.

1.9 VIABILIDAD O FACTIBILIDAD

La investigación presenta una alta **viabilidad** para que el proyecto sea ejecutado, porque se cuenta con el apoyo del Gobierno Nacional y de las autoridades de la Empresa Municipal de Agua Potable y Servicio Básico del Cantón Pedro Moncayo, además que se dispone de una

información y documentación recopiladas en campo así como de los recursos humanos y económicos suficientes. Los pobladores se encuentran también prestos para cooperar con ayuda en lo referente a mano de obra y si se lo requiere mingas comunales de tal forma que el tiempo de ejecución del proyecto sea menor.

El trabajo de investigación contribuirá con el cumplimiento de todos los objetivos planteados por la EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SERVICIO BÁSICO EMASA-PM en su período de gestiones, más aún cuando en este 2012 el GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO está cumpliendo sus 101 años de cantonización.

1.10 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

1.10.1 Hipótesis o idea a defender

Si el estudio del diseño de alcantarillado pluvial para la parroquia Malchinguí, de acuerdo con los parámetros de diseño, investigaciones en campo, investigaciones teóricas, diseños de ejecución, normativas de construcción, presupuestos de construcción, planos y detalles gráficos e informes de mitigación de impacto ambiental reúne todas las exigencias y requerimientos que el departamento técnico de la EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SERVICIO BÁSICO EMASA-PM lo solicita y puesto que se cuenta con los recursos personales y económicos para enmarcar esta factibilidad del proyecto como sustentable y sostenible, además de la cooperación y entusiasmo de la población; **entonces**, se procedería a la ejecución del proyecto para una mejor conducción efectiva y adecuada de las aguas pluviales.

1.10.2 Variables Independientes

En la parroquia Malchinguí para el caso de nuestro estudio consideramos variables a las que debemos adaptarnos y someternos, por ejemplo: intensidad de lluvias, caudal de precipitaciones, absorción del suelo, porcentajes de escorrentía, rugosidad de tuberías de H.S., pendiente del terreno, población, superficie, entre otros.

1.10.3 Variables Dependientes

Dentro de éstas y en total dependencia de las anteriores encontramos: parámetros de diseño y cálculo, caudal, pendiente, diámetro de la tubería, tipo de tubería, etc.

1.10.4 Indicadores e Instrumentos

Los indicadores e instrumentos para la consecución de este estudio provienen del INAMHI, de fuentes de la MUNICIPALIDAD de Malchinguí, y fuentes confiables de estadísticas de población, clima; que ayudarán a un procesamiento de datos claro, preciso, eficiente, exacto de nuestro tema en estudio.

CAPÍTULO II

2 EL MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO REFERENCIAL

2.1.1 Localización geográfica



Ilustración 1. Localización Geográfica de la parroquia Malchinguí

FUENTE: CANTONES DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA. Mapa de las zonas geográficas del Ecuador. Ubicación parroquia Malchinguí en Pedro Moncayo. Quito. 2011

La parroquia Malchinguí es la más grande en extensión de las 5 que posee el Cantón Pedro Moncayo perteneciente a la Provincia de Pichincha, tiene 9869,94 hectáreas de área total.

La inclinación de su territorio desciende desde la zona de páramo de manera pronunciada hasta la cota 3000, en los alrededores del cerro del Pueblo y del canal de Riego Tabacundo, a partir de esta zona se extiende en una amplia llanura con ligera pendiente (menor al 10% y en

el último tramo, sector San Isidro, es prácticamente plano) y que termina en un corte que cae desde los 2500 hasta los 2200 m.s.n.m. hacia la amplia llanura de Jerusalén, sitio por el que atraviesa la Línea Equinoccial, esta meseta termina en el cañón que desciende al Guayllabamba.

2.1.2 Límites

Sus límites se extienden desde las orillas de laguna Grande de Mojanda o Caricocha a 3714 m.s.n.m. con dirección sur hasta la cumbre del cerro Colangal (4134 m.s.n.m.), desde este punto y con dirección sureste, pasando por los sectores Corral Viejo, páramo de Rumirugro, la cresta de la loma de Sachapata, continúa hacia el sur por la cresta de la loma de Sacha Potrero, hasta el sector de Urcohacienda donde toma la quebrada Iruto, por esta quebrada hacia el sur hasta la altura de la comunidad de Tanda donde toma el nombre de quebrada de Tajamar; por esta quebrada hacia el sur hasta la desembocadura en el río Pisque. Por el Pisque con dirección oeste hasta su desembocadura en el río Guayllabamba hacia el norte hasta la desembocadura de la quebrada Santa Rosa Milmiacui (1750 m.s.n.m.) en el sector de la Josefina. Por esta quebrada hasta una altura de 2200 m.s.n.m., sigue hacia el norte por esta curva de nivel por sobre el sector de Alchipichi (Distrito Metropolitano de Quito) hasta la quebrada de Santa Martha o Tuluarpi. Por esta quebrada, primero con dirección este y luego hacia el inicio de la quebrada a una altitud de 3200 m.s.n.m.

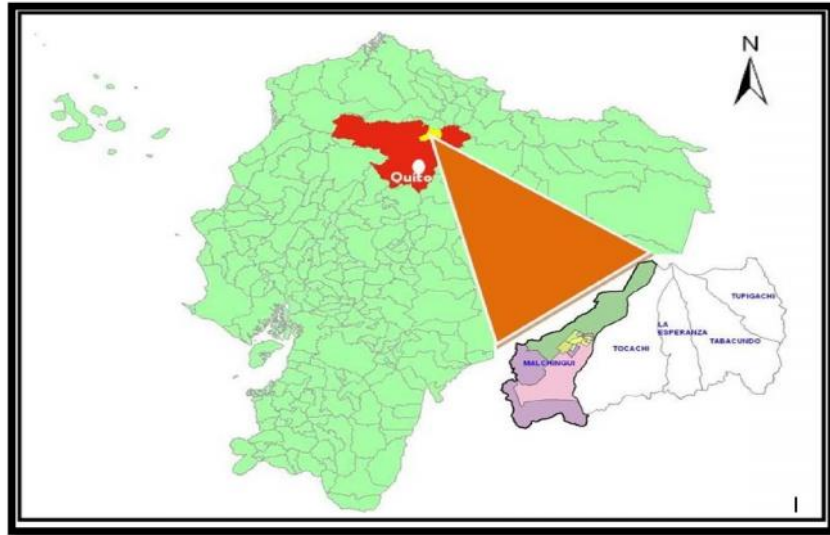


Ilustración 2. Ubicación en el Ecuador de la parroquia Malchinguí

FUENTE: SILC. Mapa del cantón Pedro Moncayo de la provincia de Pichincha. Ubicación parroquia Malchinguí en Pedro Moncayo. Fundación Cimas del Ecuador. Quito. 2011.

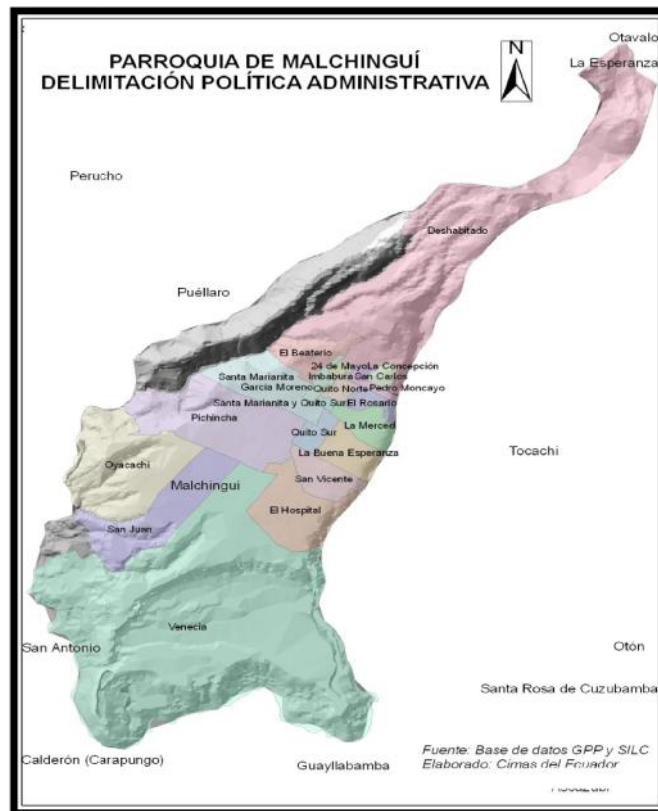


Ilustración 3. Delimitación política administrativa de la parroquia Malchinguí

FUENTE: SILC. Mapa del cantón Pedro Moncayo de la provincia de Pichincha. Ubicación parroquia Malchinguí en Pedro Moncayo. Fundación Cimas del Ecuador. Quito. 2011.

2.1.3 Coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas de la parroquia Malchinguí son: 00° 04' 00" de latitud norte y 78° 20' 00" de longitud occidental.

2.1.4 Vías de acceso

Se identifica como corredor principal la carretera Panamericana Norte (vía de primer orden), el trayecto Guayllabamba – Tabacundo. Para llegar a la parroquia se toma el eje vial Jerusalén – Puéllaro, que se encuentra asfaltado. A 17 kilómetros por esta vía asfaltada - que conecta vías secundarias y terciarias -encontramos la calle Quito que es la avenida principal de Malchinguí, esta vía se encuentra en un 60% pavimentada y en un 20% adoquinada y culmina en el parque que es el corazón urbano de la parroquia.

Otra vía de entrada y salida de la Parroquia es carretera empedrada algunos tramos y de tierra en otros, conocida con el nombre de ruta ecológica Malchinguí - Cochasquí – Tocachi en algunos tramos alcanza los 12 metros de ancho, otros 8 metros y cuando llega a la entrada de Tocachi que es adoquinado se estrecha y tiene un ancho de 6 metros.

Los accesos a los barrios son una pequeña parte adoquinados, el resto son caminos de tierra.

A continuación presentamos un cuadro de los principales accesos de la parroquia:

Tabla I. Vías de acceso de la parroquia

Nombre de la carretera	Capa de rodadura	Longitud (m)	Ancho (m)	Estado de la vía
Vías principales				
Panamericana Norte - Puéllaro	Asfalto	16	8	Bueno
Jerusalem - Malchinguí	Asfalto	17	8	Bueno
Malchinguí - Tocachi	Empedrado	8,6	6	Regular
Oyagachi - Coyagal	Tierra	10	6	Malo
Vías secundarias (entrada a barrios)				
Malchinguí - 24 de Mayo	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - García Moreno	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - Imbabura	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - La Buena Esperanza	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - La Concepción	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - Pedro Moncayo	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - Pichincha	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - Quito Norte	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - Quito Sur	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - San Carlos	Adoquinado	0,3	4	Bueno
Malchinguí - San Juan, Santa Eulalia, Oyagachi	Tierra	0,3	4	Malo
Malchinguí - Beaterio, Santa Marianita	Tierra	0,3	4	Malo
Malchinguí - El Rosario	Tierra	0,3	4	Malo
Malchinguí - Merced, Venencia, Hospital	Tierra	0,3	4	Malo
Vías secundarias (entrada a barrios)				
García Moreno - Otavalo (Qhpaq-Ñan)	Tierra	12,5	6	Malo

FUENTE: SILC. Principales vías de acceso a la parroquia Malchinguí, estado y estructura. Fundación Cimas del Ecuador. Quito. 2011.

2.1.5 Transporte y comunicación terrestre

Por la Panamericana circulan un sinnúmero de flotas de pasajeros que cruzan el puente del río Pisque hacia Tabacundo y nos acercarían a la parroquia hasta el desvío (Turismo, Pullman Carchi, Mojanda-Tabacundo, Espejo, Otavalo, Flota Imbabura, entre otras); donde deberíamos tomar una camioneta u otro transporte hacia nuestro destino.

El Expreso Malchinguí desde la Estación de transferencia municipal Norte de La Ofelia llega directamente desde Quito al parque central de la parroquia, y constituye el principal medio de comunicación terrestre hacia la localidad.

Dentro de la parroquia Malchinguí existen varias compañías de transporte interno:

- Transpormal
- Tramsa S.A.
- Parque Bolívar
- Cooperativas de Taxis Santiago Mera
- Colliatrans.

2.1.6 Topografía e Hidrografía del lugar

Como todo el cantón, el principal recurso hidrológico lo constituye el complejo lacustre de Mojanda-Cajas, compuesto de tres lagunas principales: Caricocha o Laguna Grande de Mojada, Warmicocha o Laguna negra, Chiriyacu o Laguna chiquita.

El sistema de quebradas de la parroquia, tiene como las mayores y más importantes, a las quebradas de Tajamar y Coyagal, las que constituyen los límites oriental y occidental de la parroquia. La quebrada de Tajamar se une con la de Iruto y desciende hasta el Pisque precisamente donde se unen las carreteras Panamericana y la vía a Perucho y Puéllaro. Recorren la meseta dos quebradas de menores proporciones, la de la Buena Esperanza -que a varios tramos se pierde- y la de Ermita o Guagtapi. A partir de la meseta, se forman varias quebradas, entre las más importantes: la de Milmiacui, que en un tramo de su recorrido, forma el límite con el Distrito Metropolitano; la de Pilaguno, Molino Potrero; el Santo de la Chorrera; la de Tuluarpi que también define el límite cantonal y parroquial, todas estas a diferencia de las anteriores, desembocan en el río Guayllabamba.

2.1.7 Aspectos climáticos

El clima de Malchinguí varía según la altitud, la cabecera parroquial, está ubicada en los 2869 m.s.n.m., tiene un clima templado frío, con un promedio anual de 13 grados centígrados. En el límite norte de la parroquia, el clima es típico de páramo, hacia la zona occidental, en la zona Coyagal, existe un microclima que ha dado lugar a un bosque húmedo de alta montaña, este bosque es primario y deberá protegerse adecuadamente, pues este tipo de cobertura vegetal, es cada vez más escasa a escala nacional.

La zona donde está ubicada la cabecera parroquial, una meseta de alrededor de 6 km. de largo por 3 km. de ancho, se caracteriza por tener altos niveles de humedad atmosférica, principalmente pasado el medio día, este fenómeno posibilita el desarrollo de algunos cultivos, a pesar de la ausencia de agua para riego. En la meseta inferior de la parroquia, Jerusalén, el clima es abrigado, con temperatura de alrededor de 18 grados centígrados en promedio anual; sin embargo, con escasos niveles de pluviosidad.

2.1.8 Actividades generadoras de empleo y trabajo

Dentro de las principales actividades generadoras de empleo en la parroquia se encuentran: agricultura, ganadería, caza, silvicultura, explotación de minas y canteras, industrias manufactureras, construcción, comercio, transporte, administración pública, enseñanza, servicios de salud, actividades comunitarias, servicio doméstico, plantaciones florícolas (Florsani), producción avícola y agropecuaria.

2.1.9 Actividades potencialmente lucrativas

Entre las principales actividades potencialmente lucrativas de la parroquia se encuentran:

2.1.9.1 Turismo

Dentro de los sitios apreciados por los turistas se encuentran: La Iglesia y el Parque central, el Parque Recreacional Jerusalén, El Mirador o Campanario, el antiguo Camino Real (actualmente por éste se realiza la caminata Mojanda), el Bosque Primario Andino “Cerro del pueblo”, las Lagunas de Mojanda, los Miradores del Paligal, a escasos minutos se encuentra el Parque Arqueológico y de Investigación Científica Cochasquí. Además encontramos el bosque de Cascungo y Pumamaqui que representa un sitio ecológico situado a más de 3300 m.s.n.m.

2.1.9.2 Comidas típicas

Entre los principales platos de la comida tradicional de Malchinguí tenemos: papas con cuy, chicha de jora, catzos (fritos), mishque, caldo de gallina criolla, entre otros.

2.1.10 Productos comestibles

En Malchinguí encontramos todo tipo de frutas y granos de clima cálido, como chirimoyas, sandías y pitajayas hasta habas y mortiños en las partes frías, además de maíz, hocas, papas, lentejas, fréjol, trigo, cebada, hortalizas, quinua, chocho, arveja, tunas, moras, uvillas, etc.

2.1.11 Crianza de animales menores

En los diferentes sectores de la parroquia Malchinguí se crían animales menores como: cuyes, conejos, gallinas, vacas, cerdos, ovejas, caballos, etc.

2.1.12 Organizaciones, asociaciones y comercio

2.1.12.1 Organizaciones de la parroquia

La parroquia cuenta con muchos grupos organizados para su desarrollo:

- Cooperativa de Ahorro y crédito Malchinguí
- Reina del Malchinguí
- Proyecto Hogar campesino
- Liga deportiva Malchinguí

2.1.12.2 Asociaciones y microempresas de la parroquia

Malchinguí posee asociaciones de personas que promueven su sociabilidad, entre otras están:

- Asociación de emprendedores Malchinguí
- Parque Jerusalén
- Grupo artesanal Sambito Malchingueño
- Corporasig
- Asociación de comerciantes Santiago de Malchinguí
- Grupo artesanal creaciones Margarita
- Junta de agua de Santa Eulalia
- Junta de agua Malchinguí
- Asociación productiva Fuerza y Trabajo
- Asociación de productores de Malchinguí
- Asociación agrícola San Juan
- Asociación de productores de animales menores
- Pro mejoras Manantial
- Asociación El Beaterio
- Grupo juvenil Tierra de Fuego
- Grupo de danza Sentimientos Andinos
- Grupo juvenil del proyecto HC
- Grupo juvenil Fénix

2.1.12.3 Comercio en Malchinguí

La parroquia consta de varios negocios de comercio de comestibles, reparaciones de motores, ferreterías, banco del barrio, tiendas, lubricadoras, gasolinera Petro-comercial, etc.

2.1.13 Instituciones públicas y educativas, equipamiento

2.1.13.1 Instituciones públicas

Dentro de las principales entidades públicas existentes en la parroquia Malchinguí encontramos:

- Sub-centro de Salud de Malchinguí
- Registro Civil
- Tenencia Política
- Policía nacional
- Iglesia Malchinguí
- Oficina de Descentralización MPM
- Cuerpo de bomberos Pedro Moncayo
- Unidad de Policía comunitaria.

2.1.14 Generalidades especiales de la parroquia

2.1.14.1 Breve reseña histórica de Malchinguí

Esta parroquia en tiempos preincaicos formó parte de lo que hoy denominamos la cultura Quito-Kara, siendo junto a Perucho, los pueblos más desarrollados y con mayor densidad demográfica, contando con vestigios arquitectónicos de dicho período similares a los de Cochasquí (centro ceremonial de la cultura Quito-Kara), junto a los demás poblados confederados de la zona septentrional del actual Ecuador, los pobladores de Malchinguí hicieron frente y mantuvieron frenado al Inca Túpac Yupanqui durante varios años (décadas según

algunos historiadores) en la zona del río Pisque y el río Guayllabamba, resistencia que terminó en la batalla de Yahuarcocha, donde finalmente la pericia bélica de los cusqueños se impuso a los “Karas” con una matanza que tiñó de rojo el lago de Yahuarcocha y de lo cual toma su nombre la mencionada laguna (en quichua, laguna de sangre).

Malchinguí, así llamada desde épocas de la colonia y que significa “tierra amarilla o estéril”, fue anejo del Cantón Cayambe, hasta que el 24 de Julio de 1883 fue elevada a la categoría de parroquia civil, para luego, el 26 de Septiembre de 1911 una vez creado el Cantón Pedro Moncayo pasó a pertenecer a éste como parroquia. Se conoce que por Malchinguí pasaba el correo de los incas desde Caranqui hacia Quito por la carretera García Moreno antes llamada la Bodoquera, y que según una escritura de 1916 a esta vía también se la conocía como Carretera Nacional, por ser la vía de acceso inmediato al norte y sur del país.

2.1.14.2 Tradiciones y festejos

Malchinguí es una parroquia de costumbres, tradiciones y festejos; dentro de los que se pueden mencionar los siguientes:

Abril	Semana Santa.
29 de Junio	Fiestas de San Pedro y San Pablo.
23 de Julio	Fiestas patronales de Santiago de Malchinguí y de parroquialización.
8 de Octubre	Fiestas de la Virgen del Rosario
2 de Noviembre	Fieles difuntos
25 de Diciembre	Navidad

2.1.14.3 Etnia

Los habitantes de la parroquia son mayoritariamente mestizos, pero además existen pobladores indígenas, mulatos, afroamericanos.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Breve reseña histórica de los sistemas de alcantarillado

En toda población no solamente que es deseable sino que es necesario el que las aguas pluviales se eliminen inmediatamente y sin molestias desde sus lugares de generación (lugares donde proceden) hacia una masa receptual (ríos, quebradas) pero previamente sujetas a una conducción adecuada para que no representen peligro en inundaciones o desbordes en zonas pobladas. En la antigua Roma se describen a través de la historia drenajes subterráneos, además existía conexión directa desde las casas hasta dichos desagües; aunque no era generalizada ya que tampoco se conocía las exigencias de salud pública. Además el saneamiento obligatorio habría sido considerado como una violación del derecho privado. En Europa y Estados Unidos se construyeron las primeras alcantarillas por el año de 1815 (Londres), 1833 (Boston), 1880 (París), destinadas a evacuar aguas lluvias; en Alemania en 1842 (Hamburgo) se construye un sistema completo de evacuación de aguas tanto residuales como pluviales, esto fue lo que provocó un gran avance en el desarrollo de la Ingeniería Sanitaria. También en Londres después del cólera entre 1832 y 1848 causó más de 25 mil muertos; esto hizo que en 1855 el Metropolitan Board of Works desarrolle una reforma total en cuanto al saneamiento de aguas residuales contribuyendo de gran forma al desarrollo de dicha Ingeniería.

2.2.2 Análisis de los sistemas de alcantarillado

Originalmente tanto las aguas residuales (domésticas, comerciales e industriales) como las de lluvia se evacuaban en solo conducto. Más tarde se percibe la necesidad de separar las aguas residuales de las de lluvia. Al primer sistema se le llama combinado, único o mixto, y son necesarios cuando: a) Se desea bajar en lo posible el costo de las instalaciones; b) cuando la mezcla de aguas residuales puede evacuarse sin inconvenientes en lugares próximos; c) cuando las aguas lluvias debido a presencia de materias orgánicas procedentes de la limpieza de las calles son también insalubres y requieren tratamiento; d) cuando no es posible instalar más de una alcantarilla como ocurre en las calles de muchas poblaciones hacinadas. Al segundo sistema se le llama separado o separativo, cuando conduce únicamente aguas residuales o aguas de lluvia.

A primera vista es superior el sistema combinado o mixto: un solo conducto, una sola excavación y compactación y un solo gasto para tener todos los desagües. Pero analizando detenidamente el sistema separado encontramos mayores ventajas. En el sistema mixto o combinado, las aguas residuales representan un volumen mucho menor comparadas con el caudal de aguas lluvias durante el periodo de esta, aunque la temporada de lluvia es relativamente corta, es decir no se espera una lluvia continua ininterrumpida e intensa, los conductos trabajan gran parte del año solo con la contribución de las aguas residuales. En cambio en el sistema separado de alcantarillado sanitario funciona únicamente con la contribución de las aguas residuales lo que asegura una corriente continua, sin que haya lugar un asentamiento de la materia sólida, las velocidades son reguladas para cumplir su cometido.

Para recoger las aguas lluvias de las superficies de las calles, es necesario abrir unos boquetes en éstas. En el verano cuando solo fluyen las aguas residuales los gases encuentran en ellos una fácil salida y su mal olor molesta a los transeúntes y los vecinos.

Generalmente las aguas residuales deben llevarse lejos de los límites de la ciudad para su depuración y descarga; tratándose de conductos más pequeños como lo son los de alcantarillado sanitario, el costo tiene que ser menor. Lo mismo puede decirse de las plantas de tratamiento y en el caso de las bombas y demás accesorios; las zanjas para alcantarillado sanitario son menos profundos y de menor anchura. No es necesario que ambos sistemas sigan la misma distribución pudiendo utilizarse un cuerpo de agua más próximo para descargar las aguas de lluvia y alejar el sanitario. El sistema separado utiliza conductos prefabricados y en el caso del combinado estos deben ser construidos en la obra, aunque dependerá del caudal de aguas negras a transportar, con mayor consumo de tiempo.

2.2.3 Características

Un sistema de drenaje pluvial se diseña para recibir y transportar el escurrimiento pluvial, principalmente por gravedad y debe satisfacer los siguientes requerimientos:

- Instalarse suficientemente profundo a fin de captar los drenajes secundarios preferiblemente sin bombeo.
- Resistir a las cargas muertas permanentes debido al relleno o material colocado encima de las tuberías que llena las zanjas, así como las cargas vivas producidas por los vehículos en movimiento.
- Tener suficiente capacidad hidráulica para transportar los caudales máximos previstos.
- Tener suficiente pendiente, para que la velocidad sea suficientemente importante a fin de evitar el depósito de la materia en suspensión cuando la tubería fluye completamente llena.
- Estar dotado de todos los elementos necesarios (conexiones domiciliarias, entradas a la alcantarilla, válvulas, etc.) para la captación y la evacuación de los desagües, y para el mantenimiento de la red de alcantarillado.
- Ser económico.

- Ser seguro, tanto para el personal que ejecuta el mantenimiento como para el público durante el periodo de vida útil.

El diseño de un sistema de alcantarillado pluvial no es simple, además de escogerse un buena ubicación de la red, hay que calcular las dimensiones de las tuberías, la pendiente y su longitud, seleccionar el tipo de material de la tubería (concreto, hierro fundido, termoplástico...), igualmente, hay que determinar la profundidad de ubicación de la red.

Cuando los drenajes se transportan por gravedad, el ingeniero en general, debe utilizar la pendiente natural del terreno. Sin embargo, si la pendiente no es suficiente para evitar el depósito de sólidos, se emplearán estaciones de bombeo.

2.2.4 Tipos de Sistemas de Drenaje

Dependiendo de la naturaleza de las aguas que deben ser evacuadas, se selecciona uno de los tres tipos siguientes de sistemas de drenaje:

- El sistema de drenaje sanitario transporta aguas residuales provenientes de desagües domésticos y comerciales, desagües industriales no tratados o parcialmente tratados (dependiendo de la capacidad de la planta de tratamiento de desagüe) y del caudal de las aguas parásitas (infiltración/captación). Los drenes del subsuelo se conectan al sistema de drenaje sanitario.
- El sistema de drenaje pluvial, que transporta el escurrimiento incluyendo los drenes provenientes de los drenes de fundación y, dependiendo de las prácticas locales, las aguas recibidas por canaletas de los techos (en general los techos planos se drenan en los sistemas pluviales o en los sistemas de alcantarillado combinado por medio de conexiones pluviales o combinadas, los techos inclinados se drenan hacia áreas permeables).

- El sistema de drenaje combinado, que transporta tanto los desagües sanitarios como los desagües pluviales.

Un sistema de alcantarillado sanitario generalmente trabaja conjuntamente con un sistema de drenaje pluvial, el cual está formado de tuberías o zanjas. Sin embargo, una red de desagüe unitario no está asociada a ningún otro sistema de evacuación de desagües ni de escurrimiento superficial. En nuestro estudio para la parroquia Malchinguí se tiene previsto diseñar el sistema independiente, en nuestro caso sólo el pluvial.

El diseño de alcantarillado pluvial sigue las etapas que se presentan a continuación: estudio preliminar, diseño, construcción y finalmente la operación y el mantenimiento.

- **Estudio preliminar.** Durante esta fase se establecen las bases técnico- económicas sobre las cuales se apoyarán las decisiones que permitirán llegar al diseño final del proyecto. El informe por el ingeniero contendrá: los objetivos del proyecto, un inventario detallado de las estructuras y servicios existentes, un estudio del medio físico (con ayuda de los mapas topográficos, fotografías aéreas, resultados de los sondeos, de las perforaciones, etc.), un estudio de las necesidades futuras (ocupación del territorio y las proyecciones demográficas), la explicación de los criterios de cálculo y sus posibles soluciones, un estudio comparativo de las diversas alternativas de solución y la recomendación de la solución final.
- **El diseño** (Motivo de nuestro estudio). Durante esta fase se preparan los planos y los presupuestos necesarios para construcción de las estructuras. Teniendo en cuenta que estos documentos servirán para la licitación, es importante que sean completos, claros y concisos.
- **La construcción.** Está fase comprende la licitación, la adjudicación del contrato y la construcción de las obras, así como la supervisión

de los trabajos, que es una parte igualmente importante de la fase de construcción.

- **La operación y el mantenimiento.** Son responsabilidades del propietario de la red. Sin embargo, es un deber del ingeniero aconsejar adecuadamente a su cliente con respecto al mantenimiento de las obras.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Definición de términos

Accesorios Son estructuras o elementos que comunican al alcantarillado con el exterior permitiendo realizar trabajos de inspección, limpieza y reparación. Siendo los principales pozo de visita, pozo de caída, pozos especiales y cajas de unión.

Agua freática Es el agua natural que se encuentra en el subsuelo a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas de cada región.

Aguas residuales Combinación de los desechos líquidos que proceden tanto de las viviendas, instituciones, establecimientos comerciales e industriales, junto con las aguas sub-superficiales y de las lluvias.

Aguas sub-superficiales Fuente de agua subterránea que se encuentra cerca de la superficie del terreno, a poca profundidad y que puede aflorar espontáneamente como un manantial o ser fácilmente extraída por medio de pozos excavados o perforados de esta fuente antes del punto en que es aprovechada, se requerirá de un tratamiento mayor que el de simple desinfección.

Alcantarilla Acueducto subterráneo fabricado para recoger las aguas llovedizas o residuales y darles paso.

Alcantarillado Sistema de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas de lluvia.

Alcantarillado combinado Sistema de obras para la recolección, conducción y disposición final tanto de las aguas residuales como de las aguas de lluvia en conjunto.

Alcantarillado de aguas

lluvia Sistema de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas de lluvia.

Alcantarillado sanitario	Sistema de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales.
Altimetría	Proceso para definir las diferencias de nivel entre distintos puntos de terreno o de una edificación.
Capacidad nominal	Es la capacidad de un elemento correspondiente al caudal de diseño.
Capacidad hidráulica	Es la capacidad máxima de un elemento, generalmente en exceso de la capacidad nominal.
Caudal	Cantidad de fluido o aguas pluviales por una unidad de tiempo.
Caudal de diseño	Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, redes y estructuras de un proyecto determinado de alcantarillado, ó volumen de agua escurrido en la unidad de tiempo con el que se realiza los cálculos respectivos.
Coeficiente de rugosidad	Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del

estado de la superficie interna de una tubería.

Colector Conducto cerrado circular, cuadrado, oval, etc., que recibe los caudales de los conductos secundarios de alcantarillado, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector del sistema.

Conducción Conjunto de conductos, estructuras y accesorios destinados a transportar el líquido.

Conexiones domiciliarias Descargas o derivaciones que conducen efluente sanitario y/o pluvial desde un domicilio hacia la red de alcantarillado.

Cunetas de coronación Canales que se construyen para controlar la erosión del agua sobre el terreno, especialmente en terrenos de mucha pendiente o donde se ha efectuado un corte del terreno para la instalación de alguna estructura (unidad de captación reservorio, etc.).

Deforestación Pérdida de la cobertura vegetal del suelo producto de la tala excesiva, quema de pastos, etc. Los problemas de erosión son más frecuentes en los terrenos deforestados

por la poca resistencia al paso del agua sobre el terreno.

Descarga

Es una estructura que permite la libre entrega de las aguas de un sistema de alcantarillado hacia un cuerpo receptor en condiciones de flujo del agua que no se erosione el cauce.

Deslizamiento

Movimiento de terreno deleznable, piedras, lodo debido a la acción de la gravedad, pendiente abajo. Puede darse de manera espontánea, por efecto de un sismo o por el humedecimiento del terreno.

Diámetro nominal

Es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, aunque su valor no coincida con el diámetro real interno.

Energía específica

Carga específica, es la suma de la altura piezométrica más la altura cinética o presión dinámica.

Energía total

De un flujo en cualquier sección respecto a un plano de referencia es la suma de la altura geométrica o de elevación más la altura piezométrica o de carga más la altura cinética o de presión dinámica $V^2/2g$.

Enrocado de piedra	Recubrimiento de la superficie del terreno con mortero y piedra contra la erosión del agua, tanto por la caída o el escurrimiento superficial.
Escurrecimiento	Agua procedente de la lluvia que circula por la superficie y se concentra en los cauces.
Estudio de factibilidad	Incluye la obtención de información directa de la zona del proyecto y tiene como objetivo final la selección de la alternativa optima desde el punto de vista técnico, económico, financiero y ambiental.
Estudio de impacto ambiental (EIA)	Estudio sistemático que se hace para predecir las consecuencias ambientales de un proyecto propuesto. Su objetivo es el de asegurar que se identifiquen los potenciales riesgos ambientales y que se determinen y valoricen las medidas necesarias para evitar, mitigar o compensar los daños ambientales.
Estudio geotécnico	Se refiere a las investigaciones y estudios de los suelos orientados a la estimación de sus condiciones geo-mecánicas, parámetros necesarios para la concepción, diseño y construcción de las obras.

Estudio hidrológico	Estudio destinado a la obtención de datos relativos a la ocurrencia y distribución espacial y temporal de aguas superficiales y subterráneas.
Flujo a presión	Cuando la alcantarilla fluye llena o a presión.
Flujo en canal	Cuando se tiene una alcantarilla parcialmente llena o canal abierto en lámina libre.
Flujo gradualmente variado	Cuando el calado varía gradualmente.
Flujo rápidamente variado	Cuando el calado varía bruscamente.
Flujo laminar	Donde las partículas del fluido se desplazan paralelamente bajo la acción de la viscosidad.
Flujo no uniforme	Si la pendiente, la sección transversal y la velocidad cambian de un punto a otro de la conducción.

Flujo permanente	Cuando la descarga o caudal o gasto en cualquier sección transversal permanece constante.
Flujo turbulento	Donde las partículas del fluido se entrecruzan ocasionando una continua agitación.
Flujo uniforme	Cuando el caudal, la sección transversal y demás elementos del flujo se mantienen sustancialmente constantes de una sección a otra.
Flujo variable	Cuando el caudal o altura de agua cambia a lo largo del canal.
Gaviones	Muros flexibles compuestos por mallas de acero rellenas de rocas. Son muy recomendados para obras de protección de riveras de cauces afectados por socavación lateral de ríos y quebradas.
Hermeticidad	Característica de una red de conductos de no permitir el paso del agua a través de sus juntas.
Lahares	Flujos de lodo, rocas y agua que se originan en las pendientes de los volcanes cuando el

agua de lluvia se combina con las rocas y cenizas volcánicas o son inducidos por una erupción.

Línea piezométrica Medida de altura de presión hidrostática disponible en algún punto determinado ó línea que une los puntos hasta donde subirá el agua en una tubería.

Mapa de riesgo Herramienta para la identificación de los componentes, amenazas y vulnerabilidades de la comunidad y los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.

Manantial Fuente de agua subterránea que emana a la superficie de forma natural.

Material asfáltico Material elástico, flexible e impermeable, utilizado para sellar las juntas entre tuberías y muros, especialmente a la salida de reservorios, cajas de captación y otros.

Memoria técnica Documento técnico y descriptivo que resume todos los datos de campo e informaciones preliminares, resultados de trabajos realizados, recomendaciones y conclusiones del estudio. Forman parte de la memoria los anexos, esquemas, planos y todos los

demás documentos que sean necesarios para completar el proyecto.

Mortero

Mezcla de cemento, arena y agua usado en albañilería para la construcción de paredes, enlucido y como elemento de unión entre ladrillos de albañilería, piedras y otros de una obra de alcantarillado.

Nivel máximo de inundación Máximo nivel al que llegan las aguas debido al incremento de lluvias, crecidas de ríos, desbordes u otros, en un determinado lapso (recomendable 50 años). En el medio rural, donde la información documentada suele ser escasa, es posible determinarlo a partir de la información local, utilizando metodologías como los mapas comunitarios de riesgo.

Parámetros de diseño

Criterios seleccionados o preestablecidos con los que se diseñan y construyen cada uno de los elementos de un sistema de alcantarillado.

Pasivación

Formación de película relativamente inerte, sobre la superficie de un material (frecuentemente un metal) que lo enmascara en contra de la acción de agentes externos.

Pendiente	Medida de la inclinación de la superficie de una tubería.
Pérdidas de carga	Es la pérdida de energía que experimentan los líquidos que fluyen en tuberías y en canales abiertos.
Perfil hidráulico	Es un corte a través de un elemento del sistema de Alcantarillado que muestra el nivel de agua en cada una de sus partes bajo condiciones de operación normal.
Periodo de diseño	Tiempo durante el cual un sistema dará un servicio efectivo a la población.
Poliestireno	Material plástico espumado, usado como aislante térmico, acústico y en construcción.
Pozo de absorción	Excavación en el terreno con la finalidad de promover la infiltración del agua residual en el terreno permeable.
Pozo de visita	Estructura que forma parte de un alcantarillado que tiene por objeto dar inspección, limpieza y ventilación al sistema.
Planimetría	Representación de la superficie terrestre a través de un plano.

Precipitación	Agua procedente de la atmósfera y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra.
Radio hidráulico	Cociente entre el área de la sección mojada y el perímetro mojado.
Relaciones hidráulicas	Relación entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, las cuales deben cumplir con ciertas condiciones para que las tuberías trabajen como canales.
Rugosidad	Oposición que ofrece la superficie de una tubería para que un fluido la recorra libremente debido a sus asperezas e irregularidades.
Sedimentación	Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.
Sistema flexible	Propiedad de una línea de alcantarillado de permitir movimiento relativo entre sus componentes.

Sistema combinado	Sistema de alcantarillado que recibe aguas lluvias y aguas residuales de origen domestico/o industrial.
Socavación	Erosión causada por el agua por debajo de una estructura que produce el asentamiento del terreno, deja la unidad sin apoyo, la desestabiliza y causa daños estructurales.
Sumidero	Estructura destinada a captar las aguas de la escorrentía superficial que corren por las cunetas de las calzadas y que entrega las mismas al sistema de alcantarillado.
Tirante	Altura de agua dentro de una alcantarilla medida desde su fondo interior.
Tubería	Conducto de sección circular para el transporte de agua.
Vertedero	Estructura hidráulica destinada a permitir el paso, libre o controlado, del escurrimiento del agua superficial.

2.4 MARCO LEGAL

El estudio evoca su sustento legal basándose en la Nueva Constitución de la República del Ecuador, Asamblea constituyente de 2008, en los siguientes artículos:

Capítulo quinto

Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas

Art. 314.- El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, **saneamiento**, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley. El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.

Capítulo sexto

Derechos de libertad

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

2. El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, **saneamiento ambiental**, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

La Ley Orgánica de Salud del Ecuador del año 2006 estipula lo siguiente:

Capítulo dos

Art. 102.- Es responsabilidad del Estado, a través de los municipios del país y en coordinación con las respectivas instituciones públicas, dotar

a la población de sistemas de alcantarillado sanitario, pluvial y otros de disposición de excretas y aguas servidas que no afecten a la salud individual, colectiva y al ambiente; así como de sistemas de tratamiento de aguas servidas.

Art. 106.- Los terrenos por donde pasen o deban pasar redes de alcantarillado, acueductos o tuberías, se constituirán obligatoriamente en predios sirvientes, de acuerdo a lo establecido por la ley.

En la Ley de Régimen Municipal del año 2011 se estipula lo siguiente:

Parágrafo 3o.

Servicios Públicos

Art. 148.- En materia de servicios públicos a la administración municipal le compete:

- a) Elaborar el programa de servicios públicos locales, velar por la regularidad y continuidad de los mismos para garantizar la seguridad, comodidad y salubridad de los usuarios;
- c) Proveer de agua potable y alcantarillado a las poblaciones del cantón, reglamentar su uso y disponer lo necesario para asegurar el abastecimiento y la distribución de agua de calidad adecuada y en cantidad suficiente para el consumo público y el de los particulares;
- e) Obtener la concesión para el derecho del uso de las aguas que estando o no en uso de particulares sean indispensables para satisfacer las necesidades del cantón y para los servicios de agua potable, higiene y sanidad de las poblaciones y otros análogos de carácter público.
- f) Llevar a cabo la construcción, el mantenimiento, la reparación y la limpieza de alcantarillas y cloacas para el desagüe de las aguas lluvias y servidas;

- i) Resolver sobre las solicitudes de concesión de permisos para instalar cañerías subterráneas o áreas o hacer zanjas o excavaciones de las vías públicas para establecer o mantener servicios públicos o privados, siempre que a ello no se oponga ninguna disposición de carácter sanitario o de ornato y embellecimiento;
- m) Reglamentar la construcción de desagües de las aguas lluvias y servidas y conocer de las solicitudes de permisos para la construcción de las mismas;
- n) Imponer servidumbres gratuitas de acueducto para la conducción de aguas claras o servidas. Para éstas las acequias serán cerradas;
- p) Las municipalidades, de oficio o a solicitud de parte, obligarán a los dueños de inmuebles a desviar la dirección del canal de desagüe de las aguas lluvias o servidas, de todo o parte de sus edificios, conectándolos con el canal central de la calle, siempre que ello fuere posible a juicio del ingeniero municipal o de un perito nombrado por la misma corporación. Si por falta de nivel no pudiese hacerse la obra en el predio urbano dominante, el dueño del predio sirviente estará obligado a reunir las aguas lluvias o servidas que reciba del vecino, con las de su predio, y a darles el curso indicado anteriormente.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Campo

Alcantarillado e Hidráulica.

3.1.2 Área

Área Técnica de Servicios Básicos para comunidades rurales, parroquia Malchinguí.

3.1.3 Aspecto

Problemas de rebosamientos de aguas lluvias en tuberías de alcantarillado existente por disminución de la capacidad transportadora del flujo de sus tuberías; contaminación ambiental (salubridad y estética) producto del acarreo de materiales hacia sitios de menor altitud de la parroquia.

3.1.4 Delimitación Espacial

La investigación se realizará en toda la parroquia Malchinguí del Cantón Pedro Moncayo de la Provincia de Pichincha que posee una superficie de 9834,18 hectáreas, pero el área motivo de nuestro estudio es aproximadamente 146,81 hectáreas.

3.1.5 Delimitación Temporal

El trabajo de investigación se realiza en los primeros meses del presente año.

3.1.6 Unidades de Observación

- Director y Lectores de tesis asignados por la Universidad Internacional del Ecuador.
- Jefe de Obras Públicas del Gobierno Municipal del Cantón Pedro Moncayo.
- Coordinador de la Empresa Municipal de Agua Potable y Servicio Básico, EMASA-PM.

3.1.7 Enfoque de la Investigación

La investigación tiene un enfoque de carácter cuantitativo y cualitativo. **Cuantitativo** porque los resultados de la investigación de campo son sometidos a cálculos matemáticos hidráulicos – estadísticos procesados de una manera objetiva. **Cualitativo** porque los resultados son procesados con análisis e interpretaciones críticas, con apoyo del marco teórico.

3.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Investigación bibliográfica y documental

El trabajo de grado tiene modalidad bibliográfica y de recopilación de información documental, porque se recurrirá a fuentes de información obtenidas en libros, publicaciones, cursos, experiencias, internet, otros.

3.2.2 Investigación de campo

El investigador acude a recabar información en el lugar en donde se producen los acontecimientos, es decir en la parroquia Malchinguí.

- Mapas, límites y tamaño del lugar, vecinos, estado de ríos, y el viento en sus alrededores, lluvias, proximidad de carreteras, accesos, poblaciones, industrias, etc. (ósea recursos externos).
- Topografía, usar mapas de nivel, determinar las pendientes, orientación espacial, ángulos del sol.
- Vientos, perjudiciales y deseables.
- Clima, precipitación anual y distribución, tormentas, escarcha, granizo, temperaturas máximas y mínimas, humedad, luz, altitud.
- Microclimas, suelos y geología, mapas de suelo del lugar, investigaciones del tipo de suelo, análisis, profundidad, desagüe y absorción, estabilidad del lugar.
- Hidrología, patrones del desagüe, manantiales, arroyos y ríos, agua de superficie, captación (de mano y calidad, niveles de inundación, recirculación de agua).
- Servicios públicos, electricidad, gas, agua, alcantarillado y teléfono.
- Servicios del ayuntamiento, transportación pública, bomberos, recolección de basura y reciclaje.

- Tráfico y acceso, caminos existentes, caminos de herradura, necesidad de nuevos caminos, frecuencia del tráfico, vehículos pesados y peatones.
- Estructuras, casa, garaje y edificios.
- Vegetación, flora, la salud de todos la flora.
- Historia, deforestación, sembrado, uso de agro químicos, sitios de desechos (entrevistar gente local, ver mapas, libros o fotos viejos).
- Leyes y reglas, reglas de la comunidad y otras oficinas gubernamentales, zonas, permisos para usos del lugar, permisos para agua.
- Problemas y peligros, incendios, inundaciones, contaminación, ruido, contaminación visual y del aire.
- Planes para el futuro del lugar, subdivisiones, industrias y turismo.
- Recursos en la región, agrícola, fibras, hospitales, escuelas, tiendas, bomberos, depósito de basura, fuentes gratuitas de plantas y semillas, grava, madera, abono, agua, forraje, barro, piedra, maquinaria.

3.2.3 Investigación con encuestas y entrevistas

Básicamente la recolección de la información pertinente a nuestro estudio se basa a inspecciones en campo relacionadas en la Metodología de Investigación, como a entrevistas con los moradores del sector así

como con las autoridades municipales. Los formatos de estas encuestas están como anexos de la presente investigación.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Según datos del INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos) del VII Censo de Población y VI de Vivienda del año 2010, la parroquia Malchinguí del cantón Pedro Moncayo de la provincia del Pichincha posee 4624 habitantes, los cuales se los puede compilar de la siguiente manera:



Ilustración 4. Población de la parroquia Malchinguí por sexo

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. VII Censo de población y VI de Vivienda 2010. Población por parroquias/Malchinguí/ Pedro Moncayo/ Pichincha. Quito 2010.

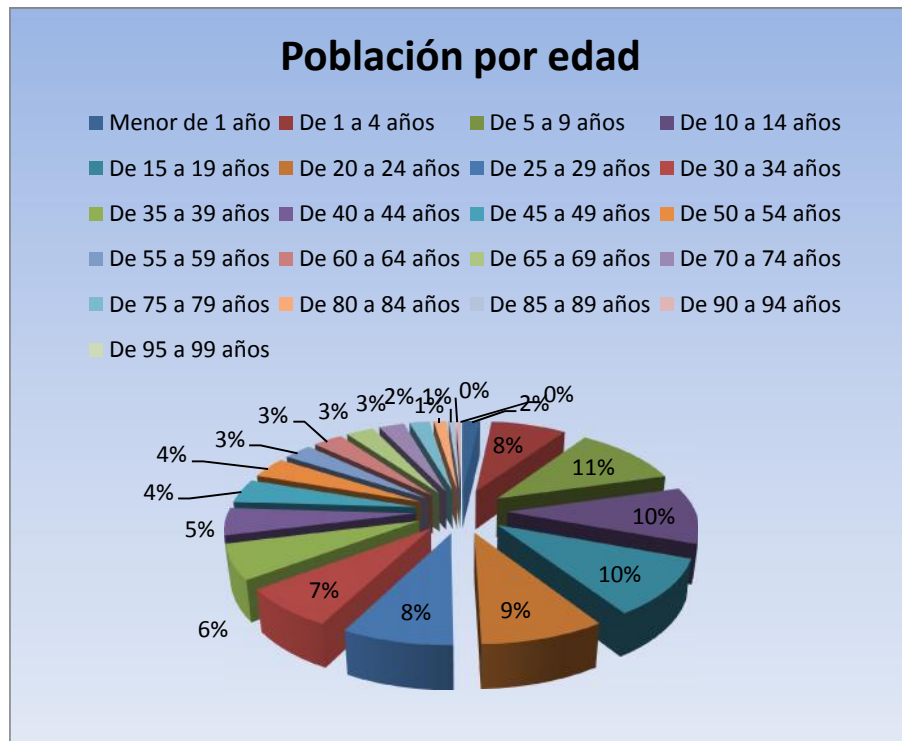


Ilustración 5. Población de la parroquia Malchinguí por edad

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. VII Censo de población y VI de Vivienda 2010. Población por parroquias/Malchinguí/ Pedro Moncayo/ Pichincha. Quito 2010.

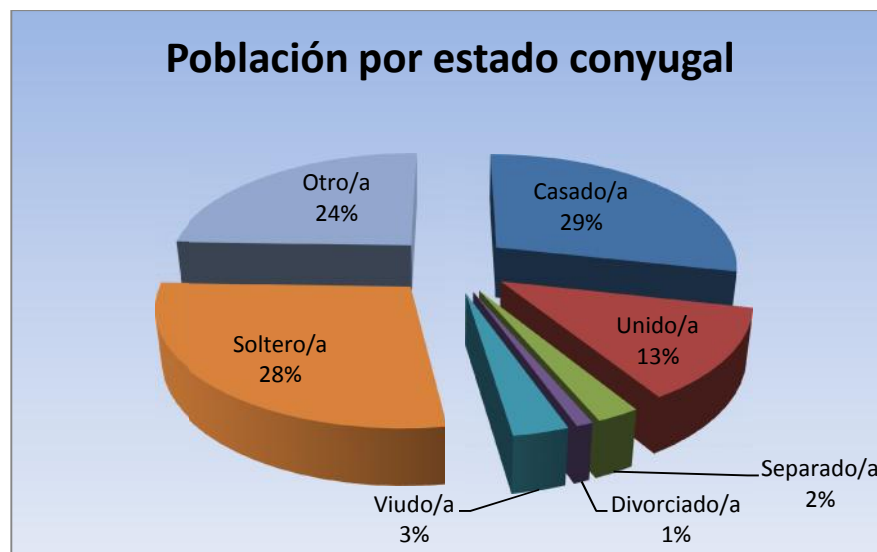


Ilustración 6. Población de la parroquia Malchinguí por estado conyugal

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. VII Censo de población y VI de Vivienda 2010. Población por parroquias/Malchinguí/ Pedro Moncayo/ Pichincha. Quito 2010.



Ilustración 7. Población de la parroquia Malchinguí por ocupación

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. VII Censo de población y VI de Vivienda 2010. Población por parroquias/Malchinguí/ Pedro Moncayo/ Pichincha. Quito 2010.

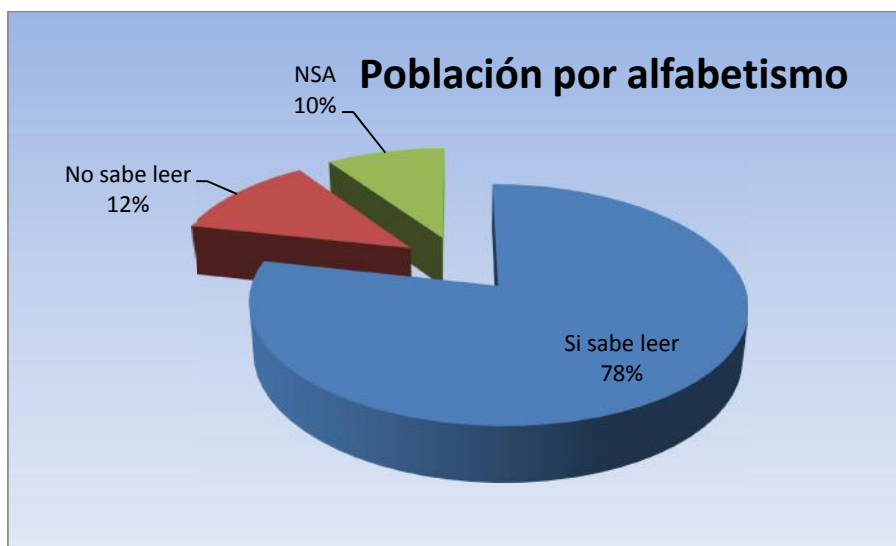


Ilustración 8. Población de la parroquia Malchinguí por alfabetismo

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. VII Censo de población y VI de Vivienda 2010. Población por parroquias/Malchinguí/ Pedro Moncayo/ Pichincha. Quito 2010.

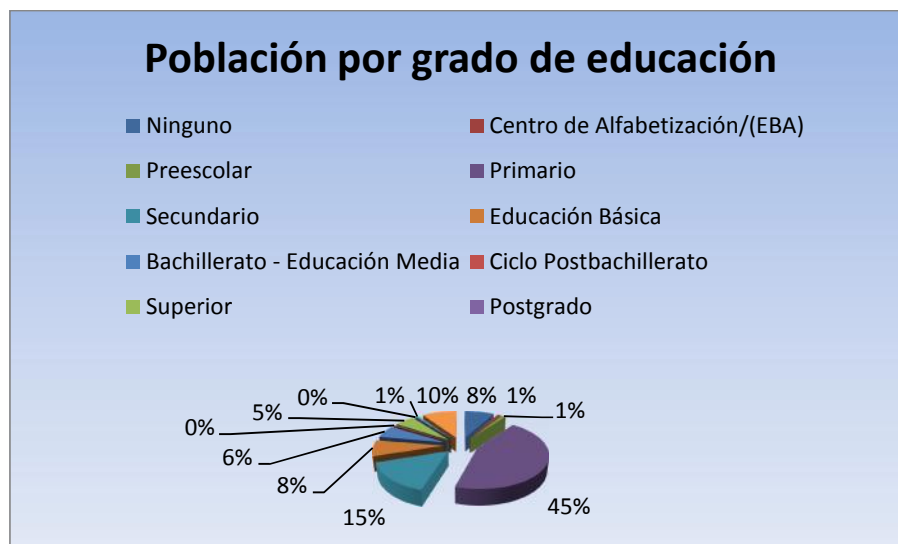


Ilustración 9. Población de la parroquia Malchinguí por grado de educación

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. VII Censo de población y VI de Vivienda 2010. Población por parroquias/Malchinguí/ Pedro Moncayo/ Pichincha. Quito 2010.

3.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS A DEFENDER

3.4.1 Investigación sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura

3.4.1.1 Condición actual de servicios básicos

3.4.1.1.1 Sistema de agua potable

Malchinguí posee actualmente un sistema de agua potable que es captada desde las vertientes existentes en los lugares altos de la vertiente de Chiriyacu y de las Lagunas de Mojanda, que proporciona de dicho servicio básico a la mayoría de la población.

3.4.1.1.2 Sistema alcantarillado pluvial

El actual sistema de alcantarillado de Malchinguí es combinado, sanitario y pluvial en una misma tubería (200 mm) construido en el año 1978; es decir que ha rebasado los 30 años de uso que normalmente es el periodo máximo de diseño para este tipo de obras hidráulicas.

3.4.1.1.3 Telefonía

En Malchinguí la Corporación Nacional de Telecomunicaciones es la encargada de proporcionar telefonía fija a la población, que pese a tener una buena señal no cuentan con ella una gran parte de la población.

La telefonía celular es la que ayuda con algo más de cobertura a ese tipos de sectores donde el cableado fijo no llega en su totalidad.

3.4.1.1.4 Energía eléctrica

La mayor parte de la parroquia Malchinguí posee energía eléctrica que se encuentra operada por la Empresa Eléctrica del Norte EMELNORTE. El alumbrado público no se lo encuentra en todas las vías sino sólo en las céntricas y en las que poseen asfalto o adoquín como recubrimientos.

3.4.1.2 Descripción de las necesidades

Entre los proyectos que la parroquia de Malchinguí necesita se encuentran:

- Alcantarillado sanitario y pluvial
- Adoquinado de calles secundarias
- Adoquinado en vías de acceso a centros de enseñanza
- Mejoras en el abastecimiento de agua potable
- Alumbrado público en algunos accesos
- Construcción de áreas recreativas

- Construcción de una planta de tratamiento para reutilización de aguas en riego.

3.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1 Priorización de necesidades

Para la priorización de necesidades se tomaron en cuenta los criterios tanto de los habitantes como de las autoridades municipales; por lo que, en la parroquia Malchinguí son de vital importancia los siguientes proyectos:

- Alcantarillado sanitario y pluvial
- Adoquinado en vías de acceso a centros de enseñanza
- Construcción de una planta de tratamiento para reutilización de aguas en riego.

De todos los proyectos presentados con anterioridad, en la parroquia Malchinguí se tomó el de mayor importancia el alcantarillado de aguas pluviales debido a los a que su vida útil y eficaz conducción han sobrepasado ya los 30 años.

CAPÍTULO IV

4 FASE DE EJECUCIÓN TÉCNICO PROFESIONAL

4.1 Diseño del sistema de alcantarillado pluvial en la parroquia Malchinguí del cantón Pedro Moncayo

4.1.1 Descripción del proyecto

La parroquia Malchinguí tiene sus calles de pavimento (60%), adoquín (20%) y tierra (20%), existe un sistema de alcantarillado obsoleto donde se recogen tanto aguas servidas como aguas de lluvia, no existen sumideros solo cunetas en ciertos tramos a los dos costados de la vía en otros solo una cuneta.

Una descripción general del proyecto se presenta en los siguientes incisos:

- Obtener la topografía de la parroquia. Con esto podremos determinar pendientes máximas y mínimas; y la ubicación de elementos estructurales de alcantarillado (pozos, sumideros).
- Obtener todos los parámetros de diseño, óptimos y necesarios para un funcionamiento y vida útil que sean eficaces y efectivos.
- Diseñar el sistema de alcantarillado pluvial de las dos avenidas principales de la parroquia, avenida Quito y avenida Jerusalén, como dos ramales principales y sus calles confluentes como ramales secundarios.
- La longitud del nuevo sistema de alcantarillado pluvial es aproximadamente de 6897.26 m de los dos ramales principales y 1573.35 m de ramales secundarios.
- El proyecto se realizará en etapas en función del ingreso de apoyo económico del gobierno central.

- Se utilizará un sistema tradicional con tubería de hormigón en ramales principales y en ramales secundarios, dicho material se lo ha escogido por características y beneficios de rugosidad y economía.
- Los desfuegos o descargas se los harán a la Quebrada Tajamar o Malchinguí colindante a las Lagunas de Oxidación ubicadas en la parte más baja de la parroquia.
- Se colocarán sumideros de acera a lo largo de las calles y accesos para captar las aguas pluviales en puntos estratégicos.
- Se colocarán rejillas transversales en sitios estratégicos que ayuden a recolectar de forma efectiva las aguas lluvias.
- Se colocarán pozos de visita a lo largo de los colectores principales situados de forma estratégica.
- Se colocarán pozos de salto técnicamente diseñados donde la diferencia de altura entre la tubería de entrada y tubería de salida es mayor a 10 cm.

4.2 Levantamiento topográfico

4.2.1 Planimetría y Altimetría

El método utilizado fue el de la poligonal por medio de la cual el control horizontal y vertical se lo realiza con arrastre de coordenadas (x, y, z) a partir de puntos de control del I.G.M. existente en el área. Los trabajos fueron realizados con una estación total electrónica TOPCON GTS 229 y personal técnico calificado y experimentado.

4.3 Diseño del sistema

4.3.1 Descripción del método a utilizar

Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la parroquia Malchinguí se utiliza la fórmula del método racional de cálculo lluvia – caudal para cuencas de hasta 200 Ha, cuya expresión es:

$$Q = \frac{C.I.A}{0,36}$$

Ecuación a) Fórmula del método racional lluvia – caudal.

Siendo:

Q = Caudal en litros/s

C = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)

A = Área de drenaje en hectáreas

I = Intensidad de lluvia en mm/hora

4.3.2 Ventajas y propiedades del material de la tubería a usarse en el diseño

El hormigón como ya se lo conoce es un material muy noble y de alta resistencia a la compresión, se lo utilizará en tramos principales y secundarios de la conducción donde las pendientes del terreno requieran que el conducto sea de rugosidad superior – al del P.V.C. - para aliviar las velocidades del flujo en el conducto.

Una de las ventajas diferenciales del tubo de hormigón es que permite adecuar el tubo a las cargas del terreno y sobrecargas externas a que en cada posición del trazado esté sometida la tubería, pudiendo

adaptarse la resistencia de la tubería a las solicitaciones reales a que vaya a estar sometida.

Una tubería de hormigón con juntas apropiadas, y bien construida es garantía de la preservación de la contaminación por aguas freáticas por fugas o roturas. Los costos de inspección y vigilancia de las tuberías de hormigón se reducen considerablemente al ser muy elevado el porcentaje de tubulares donde está mecanizada la limpieza. Los costos de conservación también descienden al reducirse las roturas, como consecuencia de ser el hormigón un material de construcción de gran calidad estructural.

Puede resumirse las ventajas de los tubos de hormigón en las siguientes:

Gran durabilidad: existen conducciones de hormigón con más de 25 años sin ningún deterioro de las tuberías, con un comportamiento impecable en su estructura.

Los tubos pueden fabricarse según la demanda específica de uso, atendiendo situaciones excepcionales de: sobrecargas fijas, sobrecargas móviles y agresividad del terreno y de los efluentes.

Resistencia a esfuerzos dinámicos.

No tienen rotura frágil, como ocurre con los tubos de material homogéneo.

Mayor resistencia a los esfuerzos ovalizantes.

Mayor resistencia a los esfuerzos de impacto.

Una vez instalada y en servicio requiere una mínima conservación ulterior.

Las condiciones hidráulicas de las tuberías de hormigón mejoran con el paso del tiempo cuando en ellas se produce una circulación permanente de aguas, limpias o negras.

Las piezas especiales se fabrican del mismo material.

La colmatación y auto-sellado son otras provechosas propiedades de las tuberías de hormigón en su autodefensa contra los poros y/o las fisuras que pudieran existir inicialmente.

La industria de los tubos de hormigón no es contaminante.

Los tubos de hormigón armado no precisan, generalmente, revestimientos interiores.

Los tubos de hormigón armado no precisan, en condiciones normales, de las especiales medidas de protección contra la corrosión, ya que las reacciones de hidratación de los constituyentes del hormigón producen el conocido efecto de la pasivación de las armaduras metálicas.

Otra ventaja muy importante, que no se destaca como merece, es la referente a la energía incorporada en los distintos tipos de tuberías del mercado. Entendemos como la energía globalizada la que se requiere en distintas etapas de fabricación de cada uno de los tipos de tubería que hay en el mercado, sin olvidar las energías individuales provenientes de la extracción y transporte de materias primas. Desde esta óptica, la tubería de hormigón es la que menos energía consume en su proceso total de producción¹.

4.3.3 Periodo de diseño

Puede definirse como el intervalo de tiempo en el cual se espera que la obra alcance su nivel de saturación; este periodo debe ser menor que la vida útil de la misma.

¹ BIBLIOTECA Y PUBLICACIONES MANUAL ATHA. Almazán Garate, José Luis. Madrid, España. Web máster 2012.

En el diseño el sistema de alcantarillado pluvial fue proyectado para que tenga un funcionamiento adecuado durante un período de 25 años²; es decir, que su capacidad y su vida útil si entraría en funcionamiento la obra en el 2014 beneficiaría de forma efectiva a la población hasta el año 2039.

4.3.4 Características del subsuelo

El suelo de la parroquia es arenoso derivado de materiales volcánicos, poco meteorizados, con alta retención de humedad y con menos del 1% de materia orgánica de 0 a 20 cm. de profundidad. Otros son suelos negros, profundos, francos arenosos, derivados de piro-clastos; también existen suelos poco profundos, erosionados, sobre una capa dura cementada denominada cangagua. En Malchinguí existen suelos severamente erosionados por la velocidad del viento y otros agentes, en los cuales la cangagua se encuentra a nivel de la superficie³.

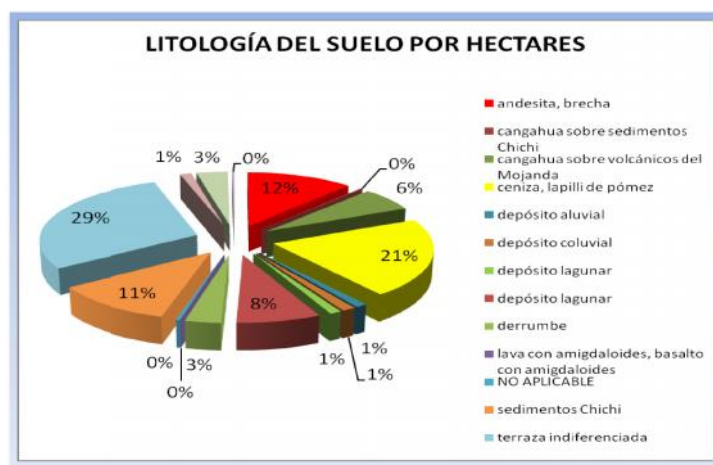


Ilustración 10. Litología del suelo de Malchinguí por hectáreas

FUENTE: BASE GPP. Características del suelo de la parroquia Malchinguí. Fundación Cimas del Ecuador. Quito. 2011.

² EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

³ PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA MALCHINGUÍ 2002 - 2022. Tomo II, págs. 144 y 145.

4.3.5 Determinación del coeficiente de escurrimiento

Del agua de lluvia que cae sobre la superficie de un terreno, una parte se evapora (evaporación), otra fluye por la superficie (escurrimiento) y otra penetra en el terreno (infiltración). Se define como coeficiente de escurrimiento C , de una superficie S , al cociente del caudal que escurre por dicha superficie Q_E , en relación con el caudal total precipitado, Q_T .

$$C = \frac{Q_E}{Q_T}$$

Ecuación b) Fórmula general para el cálculo del coeficiente de escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento varía a lo largo del tiempo y es función de las características del terreno (naturaleza, vegetación, permeabilidad, inclinación, humedad inicial del suelo, etc.) y de la zona (temperatura, intensidad y duración de la precipitación, humedad relativa, velocidad del viento, horas de soleamiento, dimensiones de la cuenca vertiente, etc.).

Los factores indicados influyen entre sí, siendo complicado el análisis aislado de cada uno de ellos. No obstante, y teniendo en cuenta que el objetivo perseguido es el dimensionamiento hidráulico de los colectores de saneamiento y sistemas de regulación, se analiza su influencia únicamente de este aspecto.

Así en una precipitación la evaporación y la infiltración de agua irán disminuyendo conforme vaya aumentando la humedad relativa y el estado de inhibición del terreno, aumentando consecuentemente el coeficiente de escurrimiento desde valores iniciales iguales o próximos a cero hasta valores finales iguales o cercanos a la unidad.

Si se tiene en cuenta la importancia de las Intensidades Medias Máximas a utilizar para los cálculos hidráulicos, se puede considerar despreciable la influencia de la evaporación y de la humedad inicial del suelo, que en algunos métodos se tiene en cuenta a través del concepto de umbral de escurrimiento.

El coeficiente de escurrimiento crece con la Intensidad y con la duración de la precipitación. Para un período de retorno dado, el aumento de la duración de la precipitación implica una disminución de la Intensidad Media Máxima, por lo que es bastante complicado el estudio de la influencia de los factores intensidad y duración de la precipitación sobre el valor del coeficiente de escurrimiento.

La naturaleza del suelo tiene una gran importancia en el coeficiente de escurrimiento. Por ello es fundamental que su tipología se analice a la vista del planeamiento urbanístico vigente. En efecto; unos terrenos sin urbanizar, actualmente, pueden aconsejar que se adopte un coeficiente de escurrimiento bajo, lo que conducirá a la obtención de un pequeño caudal de pluviales a evacuar; si estos terrenos están sujetos a un planeamiento que posibilita su urbanización, se producirá un notable incremento en el futuro del caudal de pluviales a evacuar, con la consiguiente insuficiencia de la red de saneamiento inicialmente prevista.

A falta de datos más precisos, se considera constante, durante el tiempo de duración de la precipitación, el coeficiente instantáneo de escurrimiento, que se convierte de este modo en coeficiente medio de escurrimiento y que lo podemos encontrar tabulado en la Tabla II. Valores para coeficiente de escurrimiento, del presente estudio.

A mayor pendiente, mayor coeficiente de escurrimiento.

Para períodos de retorno elevados, el valor obtenido del coeficiente de escurrimiento se suele incrementar en un 10% o en un 20% según sea el caso, respectivamente, de períodos de retorno iguales a 25 ó 50 años. Este incremento nunca provocará que el coeficiente de escurrimiento supere el valor de la unidad.

Se puede considerar el área total o dividir la misma en diferentes sub-cuencas con diferentes características. En cualquier caso, cuando se trata de una zona uniforme (sea el área total o la de una sub-cuenca) será necesario determinar un valor del coeficiente de escurrimiento

medio para la misma. Dado que puede estar formado por terreno de diferente tipo, diferentes densidades de edificación, etc., se calcula el coeficiente de escurrimiento medio realizando una media ponderada de los diferentes coeficientes de escurrimiento de cada una de las sub-zonas en las que se puede dividir el área considerada. De esta forma se llega a la expresión del coeficiente de escurrimiento medio C para una zona formada por diferentes sub-áreas A_i con diferentes coeficientes de escurrimiento C_i :

$$C = \frac{\sum(ai \cdot ci)}{\sum ai}$$

Ecuación c) Fórmula para el cálculo del coeficiente de escurrimiento medio

Siendo:

a_i = Áreas parciales en hectáreas

c_i = Coeficiente de escurrimiento de cada una de las áreas parciales

C = Coeficiente de escurrimiento promedio

Ejemplo:

Cálculo de áreas con adoquín:	4.21 Hectáreas
Cálculo de las áreas techadas:	11.98 Hectáreas
Cálculo de las áreas zonas verdes P=7%	13.76 Hectáreas
Total áreas acumuladas	29.95 Hectáreas

Con estos datos podemos obtener el coeficiente de escurrimiento promedio como se muestra a continuación:

$$C = \frac{\sum(ai \cdot ci)}{\sum ai}$$

$$C = \frac{((0.5 \times 4.209) + (0.25 \times 11.98) + (0.37 \times 13.76))}{29.95}$$

$$C = 0.34$$

Las siguientes tablas recomiendan algunos valores para coeficiente de escurrimiento:

Tabla II. Valores para coeficiente de escurrimiento rural

Vegetación y topografía		Textura del suelo		
		Limo arenoso abierto	Arcilla y limo	Arcilla abierta
Bosque	Plano pendiente 0-5%	0,10	0,30	0,40
	Ondulada pendiente 5-10%	0,25	0,35	0,50
	Montañosa pendiente 10-30%	0,30	0,50	0,60
Pastura	Plano	0,10	0,30	0,40
	Ondulada	0,16	0,36	0,55
	Montañosa	0,22	0,42	0,60
Cultivos	Plano	0,30	0,50	0,60
	Ondulada	0,40	0,60	0,70
	Montañosa	0,52	0,72	0,82

FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.
 Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M
 Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

Tabla III. Valores para coeficiente de escurrimiento urbano (Valores aplicables para tormentas de recurrencia de 5-10 años)

Descripción del área	Coeficiente de escurrimiento
Negocios	
Centro	0,70 - 0,95
Barrios	0,50 - 0,75
Residencial	
Unifamiliar	0,30 - 0,60
Multi-unidades contiguas	0,40 - 0,75
Departamentos	0,60 - 0,85
Industrias	
Livianas	0,50 - 0,80
Pesadas	0,60 - 0,90
Sin mejoras	0,10 - 0,30

FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.
 Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M
 Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

Tabla IV. Valores usados para determinar un coeficiente de escurrimiento según las características de la superficie.

Descripción del área	Periodo de retorno (años)		
	2	5	10
Asfáltico	0,73	0,77	0,81
Concreto / techo	0,75	0,80	0,83
Zonas verdes (jardines, parques, etc.) cubierta de pasto el 50% del área			
Plano 0-2%	0,32	0,34	0,37
Promedio 2-7%	0,37	0,40	0,43
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45
Zonas verdes (jardines, parques, etc.) cubierta de pasto del 50 al 75 % del área			
Plano 0-2%	0,25	0,28	0,30
Promedio 2-7%	0,33	0,36	0,38
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42
Zonas verdes (jardines, parques, etc.) cubierta de pasto del 75 % del área			
Plano 0-2%	0,21	0,23	0,25
Promedio 2-7%	0,29	0,32	0,35
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40
Área de cultivos			
Plano 0-2%	0,31	0,34	0,36
Promedio 2-7%	0,35	0,36	0,38
Pendiente superior a 7%	0,39	0,42	0,44
Pastizales			
Plano 0-2%	0,25	0,28	0,30
Promedio 2-7%	0,33	0,36	0,38
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42
Bosques			
Plano 0-2%	0,22	0,25	0,28
Promedio 2-7%	0,31	0,34	0,36
Pendiente superior a 7%	0,35	0,39	0,41

FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.

Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M

Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

El valor de coeficiente de escurrimiento asignado va a ser **de 0.30** debido a que es una zona donde existe gran cantidad de caudal de escorrentía que se infiltra en el suelo y que no forman parte de nuestro flujo de conducción de aguas pluviales.

4.3.6 Determinación de lugares de descarga

Como lugar de descarga se asigna a la Quebrada Tajamar o Malchinguí colindante a las Lagunas de Oxidación; siendo éste el sector escogido técnicamente, debido a que la topografía de la parroquia concurre a este sector más bajo.

4.3.7 Determinación de áreas tributarias

Para la determinación de las áreas tributarias para cada tramo de tubería se toma en cuenta el límite de las curvas de nivel proporcionadas por el levantamiento topográfico de la parroquia donde exista cambios de pendiente (divortium aquarium) entre las microcuencas existentes y con el criterio de evacuación de aguas de escorrentía hacia los sumideros y rejillas existentes en las vías y accesos.

4.3.8 Determinación de la intensidad de lluvia

Se define como el volumen de agua que precipita por unidad de tiempo y generalmente se expresa en mm/h.

A continuación se presenta la tabla de la ubicación las estaciones pluviométricas dentro de la provincia de Pichincha:

Tabla V. Determinación de la Intensidad de Lluvia, dependiendo la zona geográfica.

Estación	Latitud Sur	Latitud Norte	Altitud (m.s.n.m.)
IZOBAMBA	0°21'45"	78°33'11"	3058
QUITO - OBSERVATORIO	0°12'40"	78°30'00"	2820
IÑAQUITO - INAMHI	0°10'00"	78°29'00"	2789
DAC - AEROPUERTO	0°08'24"	78°29'06"	2794
LA CHORRERA	0°12'06"	78°32'06"	3165
LA TOLA	0°13'46"	78°22'00"	2480

FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

$$I = \frac{74.7140T^{0.0888}}{t^{1.6079}} [\ln(t+3)]^{3.8202} [\ln T]^{0.1892}$$

Ecuación d) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Estación Izobamba.

$$I = \frac{48.6570T^{0.0896}}{t^{1.9654}} [\ln(t+3)]^{5.234} [\ln T]^{0.2138}$$

Ecuación e) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. Quito-Observatorio.

$$I = \frac{76.8002T^{0.0818}}{t^{1.5847}} [\ln(t+3)]^{3.7343} [\ln T]^{0.2784}$$

Ecuación f) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. Iñaquito-Inamhi.

$$I = \frac{55.6656T^{0.0922}}{t^{1.6567}} [\ln(t+3)]^{4.1647} [\ln T]^{0.0985}$$

Ecuación g) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. Dac-Aeropuerto.

$$I = \frac{44.2595T^{0.0973}}{t^{1.6591}} [\ln(t+3)]^{4.4013} [\ln T]^{0.0317}$$

Ecuación h) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. La Chorrera.

$$I = \frac{39.90T^{0.09}}{t^{1.93}} [\ln(t + 3)]^{5.38} [\ln T]^{0.11}$$

Ecuación i) Fórmula para el cálculo de Intensidad de Lluvia para Est. La Tola.

La ecuación de la estación La Tola puede ser utilizada en sectores ubicados en las parroquias nor-orientales de Quito⁴.

$$I = \frac{39.90T^{0.09}}{t^{1.93}} [\ln(t + 3)]^{5.38} [\ln T]^{0.11}$$

Siendo:

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

ln = Logaritmo natural

t = Tiempo de concentración de la lluvia más tiempo de recorrido (t = tc + tr)

tc = Es el tiempo que emplea el agua superficial para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección de estudio. En tramos iniciales, el tiempo de concentración se estimará en 12 minutos, o se lo calculará con la siguiente fórmula:

tr = Es el tiempo de recorrido del flujo dentro de la tubería.

$$t = tc + tr$$

Ecuación j) Fórmula para el cálculo del tiempo de concentración de lluvia más tiempo de recorrido

⁴ FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

$$t_c = \frac{0,0195 * L^{1,155}}{(Dif.nivel)^{0,385}}$$

Ecuación k) Fórmula para el cálculo del tiempo de concentración

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

Ecuación l) Fórmula para el cálculo del tiempo de concentración

L = Li = Longitud del colector (m)

Vi = Velocidad en el colector (m/s)

T = Periodo de retorno en años, puede ser entendido como el número de años en que se espera que mediamente se repita un cierto caudal, o un caudal mayor; considerado para:

Redes secundarias 10 años

Redes principales 15 años

Colectores interceptores 25 años (escogido por el grado de importancia del proyecto)

Estructuras especiales 50 años

Redes a nivel rural 5 años

4.3.9 Desarrollo de la curva de intensidades máximas del Inamhi para el sector de Malchinguí y sus alrededores

Para un tiempo de concentración $t_c = 12$ min. En el nomograma de Intensidades Máximas en la Estación de Tabacundo tenemos el desarrollo de la siguiente expresión:

$$I_{TR} = 123.7 * Id_{TR} * t_c^{-0.3926}$$

Ecuación m) Fórmula de Intensidades máximas de lluvia de acuerdo al Inamhi

Donde:

I_{TR} : Intensidad máxima de lluvia mm/h.

$I_{d_{TR}}$: Intensidad de lluvia en determinada región del país en función del período de retorno T. (adimensional)

t_c : Tiempo de concentración en min.

Entonces:

Del mapa de Iso-líneas de Intensidades de precipitación en función de la máxima en 24 horas y con un período de retorno de 25 años, ubicamos las coordenadas 00° 04' 00" de latitud norte y 78° 20' 00" de longitud occidental de la parroquia Malchinguí del cantón Pedro Moncayo; y, obtenemos un $I_{d_{TR}} = 2.75$

Así:

$$I_{TR} = 123.7 * (2.75) * (12)^{-0.3926}$$

$$I_{TR} = 128.238 \text{ mm / h}$$

4.3.10 Pendiente de tubería

La pendiente mínima para tramos iniciales será de 1% y para otros tramos del 0.60%. Se toma como pendiente de la tubería, la pendiente del terreno, si con la misma no obtenemos velocidades aceptables; se debe incrementar o reducir las cotas de arranque o de llegada a los pozos. En nuestro proyecto, la mayoría de los casos fueron calculados con las pendientes del terreno, ya que la topografía y la ubicación de los desfogues así lo permitían. Se la puede calcular de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{cota inicial del terreno} - \text{cota final del terreno}}{\text{longitud del tramo}}$$

Ecuación n) Fórmula para el cálculo de la pendiente de terreno

4.3.11 Diámetro de tubería

El diámetro mínimo en alcantarillados pluviales será de 400 mm; esto con el fin de evitar obstrucciones en el colector ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de escorrentía transportado (basuras y otros). Para tramos iniciales en sistemas de drenaje no muy complejos, verificando el proyectista las condiciones de velocidad mínima y máxima, podrán aceptarse diámetros menores a 300 mm.⁵

Los diámetros de la tubería de hormigón a utilizarse son necesariamente los comerciales: 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1500, 1700, entre otros.

4.3.12 Profundidad mínima de relleno a la cota clave de la tubería

Se establece una altura mínima de relleno sobre la clave de la tubería de 1.50 m, con la que evitaremos la rotura de los conductos por los esfuerzos de cargas dinámicas transmitidas desde la superficie por la circulación de vehículos u otra carga externa⁵.

4.3.13 Pozos de revisión

Los pozos de revisión se los dispusieron en los siguientes casos:

- Al inicio de las tuberías principales.
- En los cambios de dirección de tuberías.
- En los cambios de diámetro de tuberías.
- Donde existe confluencia de tuberías.
- En los tramos máximos de alcantarillado de 80 a 100 metros.
- En cambios de pendiente.

⁵ EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

En los pozos de salto interior con diferencia de niveles de hasta 70 cm se aceptarán diámetros menores o iguales a 300 mm, y para diferencias de niveles mayores de 70 cm se proyectarán estructuras especiales de amortiguamiento con o sin colchón de agua.

4.3.14 Sumideros

Las dimensiones de sumideros de acera estarán dadas por: el tipo de pavimento, el ancho de las fajas de aporte y la pendiente longitudinal.

El sumidero estándar que se usará en este diseño será el recomendado por la EPMAPS de 55 x 40 cm cada 80 metros de longitud de calle o uno en cada esquina de la manzana si la longitud es menor a 80 metros.

4.3.15 Pozos de salto

Son estructuras hidráulicas de gran importancia que se utilizarán como disipadores de energía en cambios de nivel de conducciones con el fin de evitar el socavamiento del hormigón en dichos conductos. En este diseño se utilizarán 4 tipos de pozos de salto técnicamente seleccionados y fundamentados en las Normas de Diseño de Alcantarillado de la Empresa Pública Metropolitana.

Pozo de Salto tipo I.- Apto para saltos de altura máxima de 0.75m y diámetros hidráulicos de la sección del conducto de entrada menores a 0.90m.

Ilustración 11. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo I

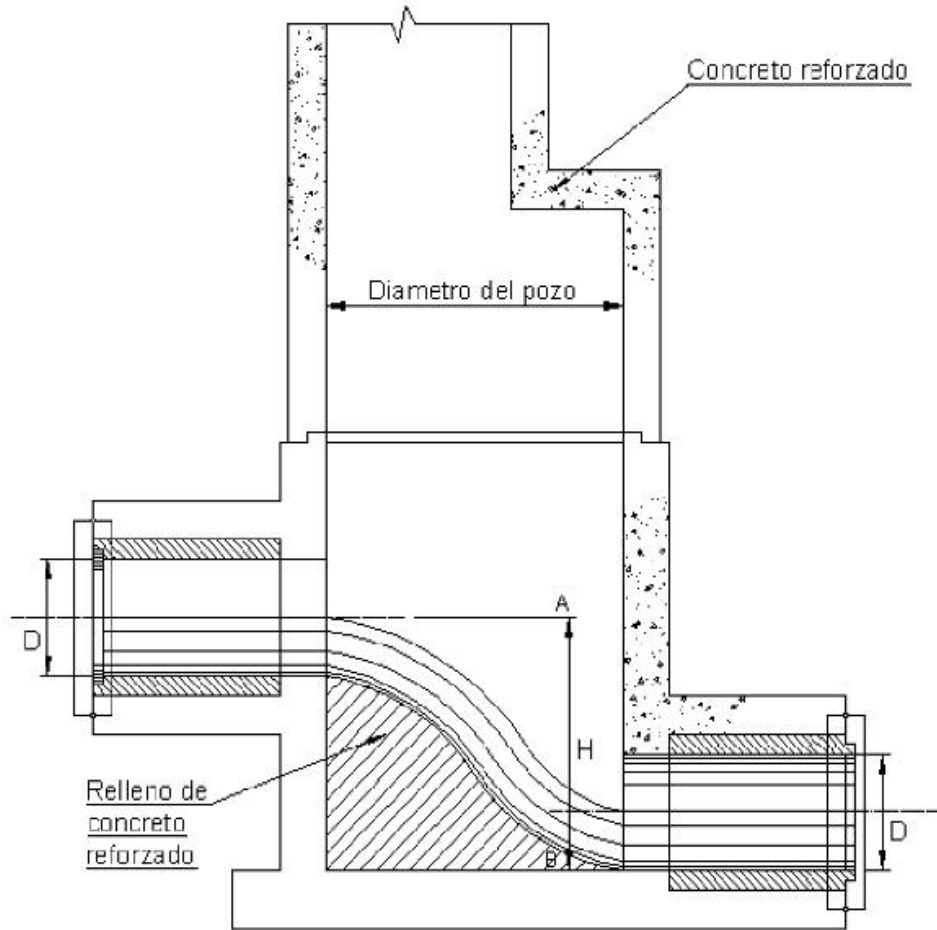


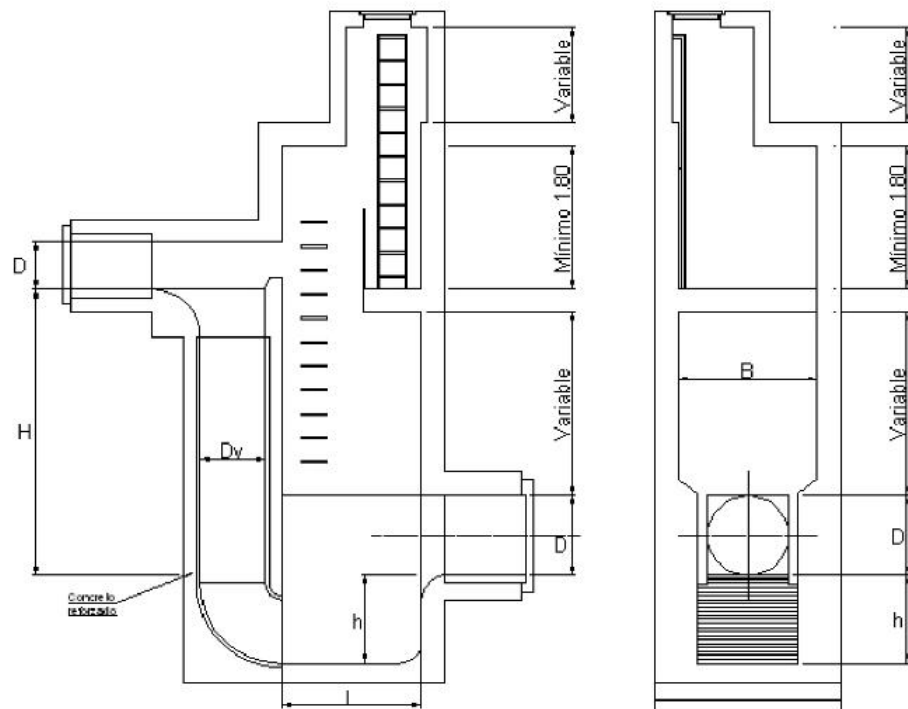
Tabla VI. Valores típicos de dimensionamiento de Pozo de Salto tipo I

Cámara de caída	D ^o Entrada	Diámetro del pozo	Altura de caída máxima
Tipo I a)	< 0,90 m	1,20	0,50
Tipo I b)		1,50	0,60
Tipo I c)		1,80	0,75

FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

Pozo de Salto tipo II.- Apto para saltos de altura máxima de 3.00m y diámetros hidráulicos de la sección del conducto de entrada menores a 0.90m.

Ilustración 12. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo II



FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

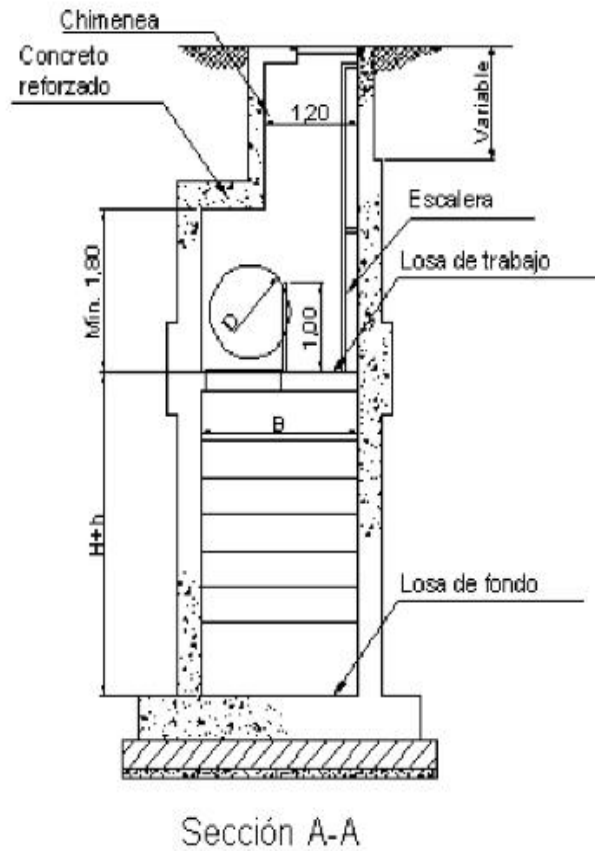
Tabla VII. Valores típicos de dimensionamiento de Pozo de Salto tipo II

Dº Entrada	Altura de caída máxima	Dº del tubo vertical	Ancho de la cámara	Profundidad h del fondo de la cámara	Longitud de la cámara
0,50	1,0	0,50	0,75	0,35	1,30
0,60		0,50	0,80	0,35	1,30
0,75		0,75	0,95	0,40	1,60
0,90		0,75	1,10	0,45	2,00
0,50	1,5	0,50	0,75	0,35	1,30
0,60		0,50	0,80	0,40	1,40
0,75		0,75	0,95	0,45	1,70
0,90		0,75	1,10	0,50	2,20
0,50	2,0	0,50	0,75	0,40	1,40
0,60		0,50	0,80	0,40	1,50
0,75		0,75	0,95	0,45	1,80
0,90		0,75	1,10	0,50	2,40
0,50	2,5	0,50	0,75	0,40	1,50
0,60		0,50	0,80	0,40	1,60
0,75		0,75	0,95	0,45	1,90
0,90		0,75	1,10	0,50	2,50
0,50	3,0	0,50	0,75	0,50	1,60
0,60		0,50	0,80	0,55	1,70
0,75		0,75	0,95	0,60	2,10
0,90		0,75	1,10	0,70	2,60

FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

Pozo de Salto tipo III.- Apto para saltos de altura máxima de 3.00m y diámetros hidráulicos de la sección del conducto de entrada entre 0.90m y 1.50m.

Ilustración 13. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo III – Sección A-A



FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

Ilustración 14. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo III

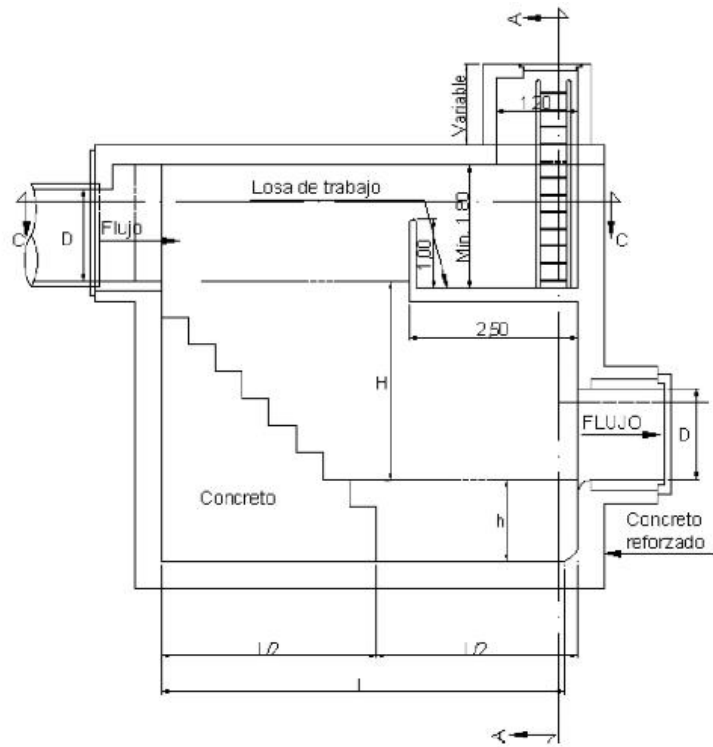
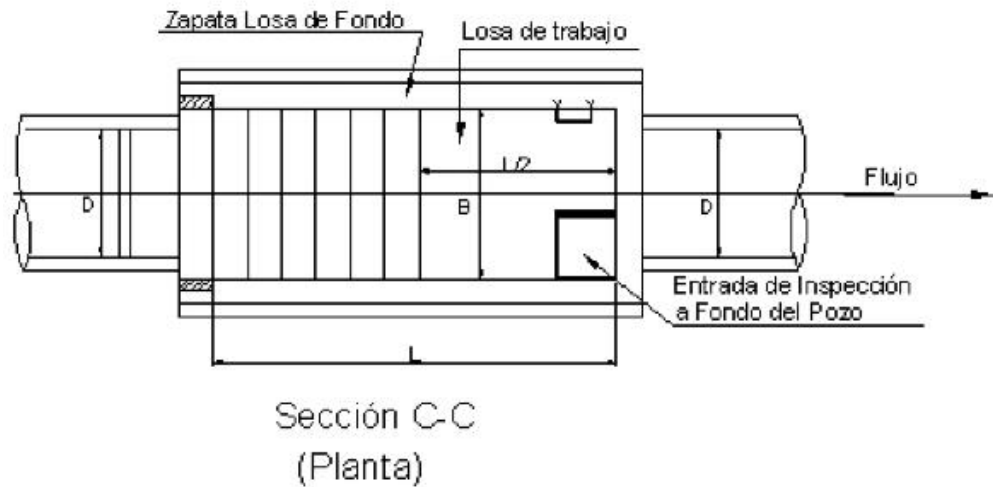


Ilustración 15. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo III – Sección C-C



FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

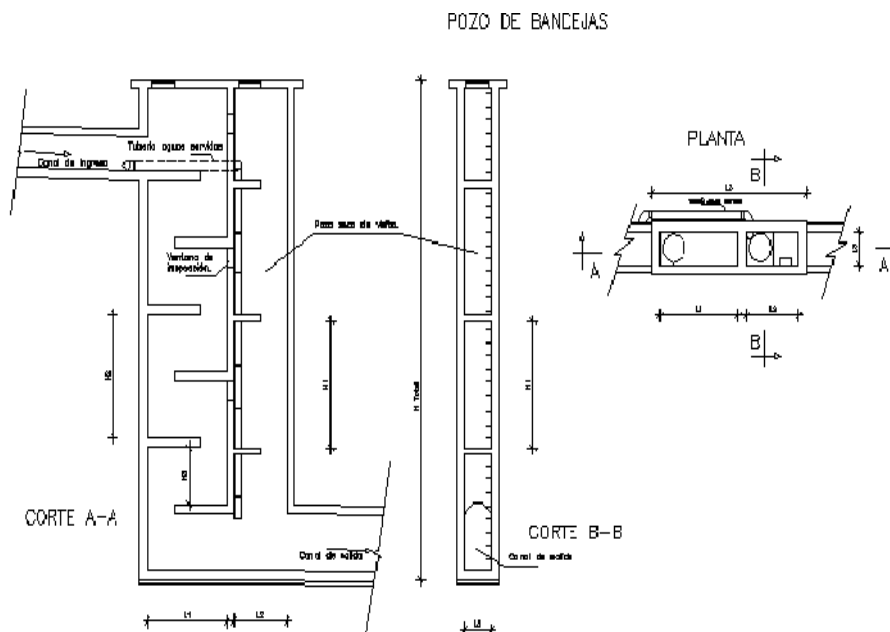
Tabla VIII. Valores típicos de dimensionamiento de Pozo de Salto tipo III

D° Entrada	Altura de caída máxima	Ancho de la cámara	Longitud total de las gradas	Profundidad h del fondo de la cámara	Longitud de la cámara
1,00	1,0	1,50	1,70	0,70	3,40
1,25		1,90	1,70	0,85	3,40
1,50		2,25	1,80	1,00	3,60
1,00	1,5	1,50	2,00	1,00	4,00
1,25		1,90	2,00	1,00	4,00
1,50		2,25	2,10	1,00	4,20
1,00	2,0	1,50	1,70	0,70	3,40
1,25		1,90	1,70	0,85	3,40
1,50		2,25	1,80	1,00	3,60
1,00	2,5	1,50	2,00	1,00	4,00
1,25		1,90	2,00	1,00	4,00
1,50		2,25	2,10	1,00	4,20
1,00	3,0	1,50	2,70	1,25	5,40
1,25		1,90	2,80	1,25	5,60
1,50		2,25	3,00	1,30	6,00

FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

Pozo de Salto tipo IV ó Pozo de bandejas.- Apto para saltos de altura mayores a 3.00m y diámetros hidráulicos de la sección del conducto de entrada entre 0.70m y 1.70m. Caudal máximo de 15m³/s.

Ilustración 16. Detalle de elevación de Pozo de Salto tipo Bandejas



FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

Es una estructura que requiere muy poco espacio en sentido horizontal, por lo cual puede ser utilizada en calles estrechas de zonas urbanas como en nuestro caso en la parroquia Malchinguí. Se recomienda una distancia vertical entre bandejas no mayor a 2.50m.

4.3.16 Velocidades y caudales a sección llena.

La velocidad mínima permisible de acuerdo a las Normas de diseño de sistemas de alcantarillado pluvial de la EPMAPS-Q es de 0.60 m/s.

La velocidad máxima permisible para hormigón de acuerdo a las Normas de diseño de sistemas de alcantarillado pluvial de la EPMAPS-Q de 6.00 m/s.

En la siguiente tabla se fijan las máximas velocidades admisibles por cada tipo de material de la tubería, considerando los posibles efectos

de erosión provocados por arenas y otros materiales acarreados por el escurrimiento:

Tabla IX. Velocidad máxima (m/s) en tuberías de acuerdo al material de elaboración.

Material de la Tubería	Velocidad máxima (m/seg)
Tubería de Hormigón simple hasta 60 cm. de diámetro	4,5
Tubería de Hormigón armado de 60 cm. de diámetro o mayores.	6,0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm ²	6,0 – 6,5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm ² . Grandes conducciones	7,0 – 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero *	9,0 o mayor
Hierro dúctil o fundido *	9,0 o mayor

FUENTE: EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.
 Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS. Primera edición. V&M
 Gráficas. Ecuador: Quito. 2009

El cálculo de la velocidad de trabajo se lo hace con la fórmula de Manning, cuya expresión es la siguiente:

$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{n}$$

Ecuación o) Fórmula para el cálculo de velocidad a sección llena.

Siendo:

V = Velocidad (m/s)

J = Pendiente del con ducto

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

Tabla X. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning de acuerdo al material de la tubería.

Material	Número de Manning
Asbesto Cemento	0.011
Asfalto	0.016
Latón	0.011
Ladrillo	0.015
Arbustos - Aislados	0.050
Arbustos - Densos	0.075
Hierro Fundido, nuevo	0.012
Concreto - Encofrado de Acero	0.011
Concreto - Encofrado de Madera	0.015
Concrete - Hecho Centrifugado	0.013
Cobre	0.011
Metal Acanalado	0.022
Hierro Galvanizado (HG)	0.016
Plomo	0.011
Pasturas, Cultivos	0.035
Polietileno, con paredes internas lisas	0.009 - 0.015
Polietileno, con paredes internas acanaladas	0.018 - 0.025
PVC, con paredes internas lisas	0.009 - 0.011
Acero - esmalte de alquitrán de hulla	0.010
Acero - Nuevo	0.011
Acero - Rolado	0.019
Árboles	0.150
Bastón de madera	0.012

FUENTE: APUNTES DE CURSO DE HIDRÁULICA. Universidad Internacional del Ecuador. Quito 2011.

El coeficiente de rugosidad “n” utilizado para el diseño será el indicado en la tabla anterior; para tuberías de Hormigón simple es de 0.015.

R = Radio hidráulico

$$R = \frac{A}{Pm}$$

Ecuación p) Fórmula para el cálculo del radio hidráulico para sección llena

Donde:

A = Área transversal de la tubería (m)

Pm = Perímetro mojado (m)

4.3.17 Flujo en tuberías con sección parcialmente llena

El flujo a sección llena se presenta en condiciones especiales. Se debe señalar que la condición normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado es con sección parcialmente llena y con una superficie de agua libre y en contacto con el aire.

Para el diseño se determina el caudal, velocidad, tirante y radio hidráulico, cuando el conducto fluye a sección parcialmente llena (condición real), por lo que es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características de flujo a sección llena y parcialmente llena.

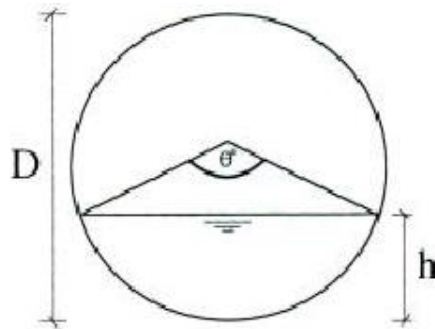


Ilustración 17. Corte de tubería de diámetro “D”

Siendo:

El ángulo central θ (en grado sexagesimal):

$$\theta = 2 \arccos \left[1 - \frac{2h}{D} \right]$$

Ecuación q) Fórmula para el cálculo del ángulo central en tubería parcialmente llena.

Radio hidráulico:

$$R = \frac{D}{4} \left[1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2f \theta} \right]$$

Ecuación r) Fórmula para el cálculo del radio hidráulico para sección parcialmente llena.

Sustituyendo el valor de R, la fórmula de Manning para tuberías con sección parcialmente llena es:

$$V = \frac{0,397 D^{\frac{2}{3}}}{n} \left[1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2f \theta} \right]^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación s) Fórmula para el cálculo de la velocidad para sección parcialmente llena.

En función del caudal:

$$Qd = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257,15 n (2f \theta)^{\frac{2}{3}}} (2f \theta - 360 \operatorname{sen} \theta)^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación t) Fórmula para el cálculo del caudal para sección parcialmente llena.

4.4 Cálculo tipo de caudal para tramos iniciales

Para realizar el cálculo hidráulico se partió de lo siguiente:

Fórmulas:

$$Q = \frac{C.I.A}{0,36}$$

$$I_{TR} = 123.7 * Id_{TR} * tc^{-0.3926}$$

$$t = tc + tr$$

$$tc = \frac{0,0195 * L^{1,155}}{(Dif.nivel)^{0,385}}$$

$$tr = \frac{1}{60} * \sum \left(\frac{Li}{Vi} \right)$$

$$J\% = \frac{Cota_inicial_del_terreno - Cota_final_del_terreno}{Longitud_del_tramo} * 100$$

$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{n}$$

Datos:

C = Coeficiente de escorrentía = 0.30

A = Área tributaria del tramo (ha) = 1.10

T = Periodo de retorno (años) = 25

L = Longitud del tramo (m) = 80.93

tc = Tiempo de concentración inicial (min) = 12 (por ser tramo inicial)

tr = Tiempo de recorrido y de flujo (min) = 0 (por ser tramo inicial)

cota proyecto inicial (m.s.n.m.) = 2856.90

cota proyecto final (m.s.n.m.) = 2849.43

n = Coeficiente de rugosidad = 0.015

Desarrollo:

$$t = 12 + 0(\text{min})$$

$$t = 12 \text{ min}$$

$$I_{TR} = 123.7 * (2.75) * (12)^{-0.3926}$$

$$I_{TR} = 128.238 \text{ mm / h}$$

$$Q = \frac{0.30 \times 128.238 \times 1.10}{0.36} (\text{lt/s})$$

$$Q = 117.68 (\text{lt/s})$$

Con estos resultados de caudal obtenemos un diámetro de tubería con el que revisaremos si estamos dentro de los límites de velocidades del tramo.

$$D = 300 \text{ mm}$$

$$J\% = \frac{2856.90 - 2849.43}{80.93} \times 100$$

$$J\% = 9.23$$

$$R = \frac{(f \cdot D^2/4)}{(f \cdot D)}$$

$$R = \frac{3.1416 \times (0.30)^2 / 4}{(3.1416 \times 0.30)}$$

$$R = 0.075 \text{ m}$$

$$V = \frac{(0.075)^{2/3} * (0.0923)^{1/2}}{0.015}$$

$$V = 3.60 \text{ m/s} < 4.50 \text{ m/s} \text{ --- } > \text{OK}$$

Nos encontramos entre velocidad mínima (0.60m/s) y la velocidad máxima (4.50m/s – Para tuberías de diámetro hasta 600mm). **Diseño Óptimo OK**

Con la ayuda informática del Programa H-CANALES comprobamos si tenemos un tirante óptimo.



Ilustración 18. Corrida de comprobación del tirante normal, en sección circular en H Canales para tramos iniciales.

FUENTE: PROGRAMA DE HIDRÁULICA "H CANALES". Comprobación de tirante normal y velocidades máximas permisibles en el diseño del diámetro de la tubería de alcantarillado pluvial. Quito 2011.

El tirante o calado está dentro de los rangos permisibles de acuerdo a Normas de diseño de alcantarillados de la EPMAPS. **Diseño Óptimo OK**

4.5 Calculo tipo del caudal para tramos intermedios

Para realizar el cálculo hidráulico se partió de lo siguiente:

Fórmulas:

$$Q = \frac{C.I.A}{0,36}$$

$$I_{TR} = 123.7 * Id_{TR} * tc^{-0.3926}$$

$$t = tc + tr$$

$$tc = \frac{0,0195 * L^{1,155}}{(Dif.nivel)^{0,385}}$$

$$tr = \frac{1}{60} * \sum \left(\frac{Li}{Vi} \right)$$

$$J\% = \frac{Cota_inicial_del_terreno - Cota_final_del_terreno}{Longitud_del_tramo} * 100$$

$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{n}$$

Datos:

C = Coeficiente de escorrentía = 0.30

A = Área tributaria del tramo (ha) = 5.72

T = Periodo de retorno (años) = 25

L = Longitud del tramo (m) = 85.00

tc = Tiempo de concentración inicial (min) = 13.19 (por ser tramo anterior)

tr = Tiempo de recorrido y de flujo (min) = 0.331

cota proyecto inicial (m.s.n.m.) = 2824.00

cota proyecto final (m.s.n.m.) = 2817.99

n = Coeficiente de rugosidad = 0.015

Desarrollo:

$$tc = \frac{0,0195 * (85.00)^{1,155}}{(2824.00 - 2817.99)^{0,385}}$$

$$tc = 1.654 \text{ min}$$

$$tr = \frac{1}{60} * \frac{85.00}{4.28} \text{ (min)}$$

$$tr = 0.331 \text{ _min}$$

$$t = 13.19 + 0.331 \text{ (min)}$$

$$t = 13.521 \text{ min}$$

$$I_{TR} = 123.7 * (2.75) * (13.521)^{-0.3926}$$

$$I_{TR} = 122.368 \text{ mm / h}$$

$$Q = \frac{0.30 \times 122 \cdot 368 \times 5.72}{0.36} \text{ (lts / s)}$$

$$Q = 583.306 \text{ (lts / s)}$$

Con estos resultados de caudal obtenemos un diámetro de tubería con el que revisaremos si estamos dentro de los límites de velocidades del tramo.

$$D = 500 \text{ mm}$$

$$J\% = \frac{2824.00 - 2817.99}{85.00} \times 100$$

$$J\% = 7.07$$

$$R = \frac{(f \cdot D^2/4)}{(f \cdot D)}$$

$$R = \frac{3.1416 \times (0.500)^2/4}{(3.1416 \times 0.500)}$$

$$R = 0.125 \text{ m}$$

$$V = \frac{(0.125)^{2/3} * (0.0707)^{1/2}}{0.015}$$

$$V = 4.43 \text{ m/s} < 4.50 \text{ m/s} \text{ --- } > \text{OK}$$

Nos encontramos entre velocidad mínima (0.60m/s) y la velocidad máxima (4.50m/s – Para tuberías de diámetro hasta 600mm). **Diseño Óptimo OK.**

Con la ayuda informática del Programa H-CANALES comprobamos si tenemos un tirante óptimo.



Ilustración 19. Corrida de comprobación del tirante normal, en sección circular en H Canales para tramos intermedios.

FUENTE: PROGRAMA DE HIDRÁULICA "H CANALES". Comprobación de tirante normal y velocidades máximas permisibles en el diseño del diámetro de la tubería de alcantarillado pluvial. Quito 2011.

El tirante o calado está dentro de los rangos permisibles de acuerdo a Normas de diseño de alcantarillados de la EPMAPS. **Diseño Óptimo OK**

4.6 Cálculo comparativo de Intensidades de lluvia por ubicación geográfica (Provincia de Pichincha)

4.6.1 Estación Izobamba.

Ecuación a ser usada para zonas del sur de Quito particularmente en sectores que se ubiquen en las faldas orientales del Atacazo.

$$I = \frac{74.7140T^{0.0888}}{t^{1.6079}} [\ln(t+3)]^{3.8202} [\ln T]^{0.1892}$$



Ilustración 20. Coordenadas de la Estación Izobamba – Santa Catalina.

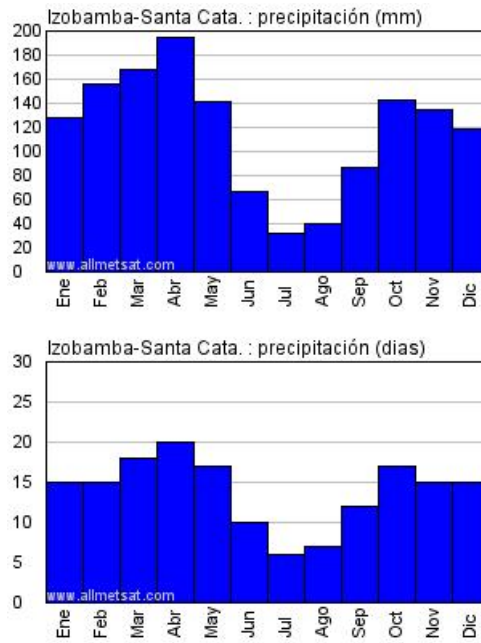


Ilustración 21. Precipitación en Estación Izobamba – Santa Catalina.

FUENTE: ALLMETSAT. Información meteorológicas mediante satélites de órbita polar y geoestacionaria. Madrid, España. 2011.

Para:

Periodo de retorno, $T = 25$ años.

Tiempo de concentración inicial + tiempo de recorrido, $t = 12$ min.

Tenemos:

$$I = \frac{74.7140(25)^{0.0888}}{(12)^{1.6079}} [\ln(12 + 3)]^{3.8202} [\ln(25)]^{0.1892}$$

$$I = 102.73 \text{ mm/h}$$

4.6.2 Estación Quito-Observatorio.

Ecuación a ser usada para zonas de centro - norte de Quito.

$$I = \frac{48.6570T^{0.0896}}{t^{1.9654}} [\ln(t + 3)]^{5.234} [\ln T]^{0.2138}$$

$$I = \frac{48.6570(25)^{0.0896}}{(12)^{1.5847}} [\ln(12 + 3)]^{5.234} [\ln(25)]^{0.2138}$$

$$I = 114.32 \text{ mm/h}$$

4.6.3 Estación Iñaquito-Inamhi.

Ecuación a ser usada para zonas centrales del nor-oriente y nor-occidente de Quito.

$$I = \frac{76.8002T^{0.0818}}{t^{1.5847}} [\ln(t + 3)]^{3.7343} [\ln T]^{0.2784}$$

$$I = \frac{76.8002(25)^{0.0818}}{(12)^{1.5847}} [\ln(12 + 3)]^{3.7343} [\ln(25)]^{0.2784}$$

$$I = 111.31 \text{ mm/h}$$



Ilustración 22. Coordenadas de la Estación Quito –Inamhi.

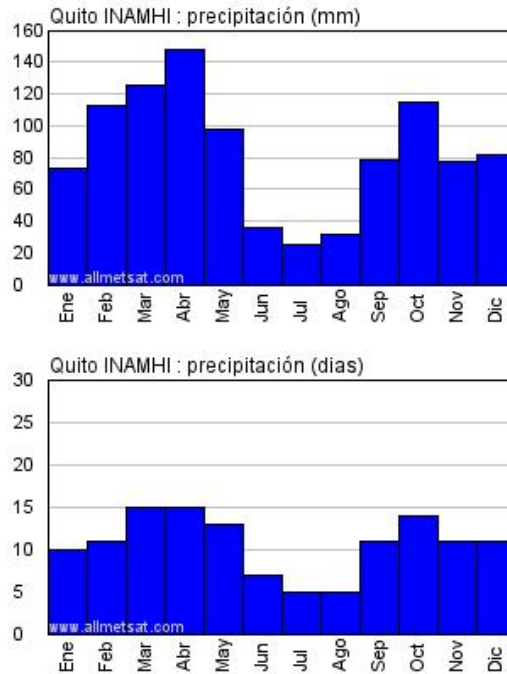


Ilustración 23. Precipitación en Quito – Inamhi.

FUENTE: ALLMETSAT. Información meteorológica mediante satélites de órbita polar y geostacionaria. Madrid, España. 2011.

4.6.4 Estación Dac-Aeropuerto.

Ecuación a ser usada para zonas al norte del aeropuerto de Quito.

$$I = \frac{55.6656T^{0.0922}}{t^{1.6567}} [\ln(t+3)]^{4.1647} [\ln T]^{0.0985}$$

$$I = \frac{55.6656(25)^{0.0922}}{(12)^{1.6567}} [\ln(12+3)]^{4.1647} [\ln(25)]^{0.0985}$$

$$I = 86.80 \text{ mm/h}$$

4.6.5 Estación La Chorrera

Ecuación a ser usada para zonas noroccidentales de Quito.

$$I = \frac{44.2595T^{0.0973}}{t^{1.6591}} [\ln(t+3)]^{4.4013} [\ln T]^{0.0317}$$

$$I = \frac{44.2595 (25)^{0.0973}}{(12)^{1.6591}} [\ln(12 + 3)]^{4.4013} [\ln(25)]^{0.0317}$$

$$I = 81.64 \text{ mm/h}$$

4.6.6 Estación La Tola

Ecuación a ser usada para poblaciones orientales de Quito.

$$I = \frac{39.90T^{0.09}}{t^{1.93}} [\ln(t + 3)]^{5.38} [\ln T]^{0.11}$$

$$I = \frac{39.90(25)^{0.09}}{(12)^{1.93}} [\ln(12 + 3)]^{5.38} [\ln(25)]^{0.11}$$

$$I = 107.61 \text{ mm/h}$$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. El diseño de Alcantarillado pluvial para la parroquia Malchinguí ha sido diseñado basado en las Normas de Diseño de Alcantarillados de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Saneamiento, con completo apego y responsabilidad técnica en la elaboración de este proyecto.
2. En la parroquia Malchinguí perteneciente al Cantón Pedro Moncayo de la Provincia de Pichincha se detectó que en épocas de altas precipitaciones, la población presenta grandes problemas por el agua pluvial que corre sobre las calles y avenidas de la misma por la obsoleta capacidad que tiene la actual red de alcantarillado. Por esta razón, se diseñó un nuevo sistema de alcantarillado pluvial, el cual está dividido en dos zonas claramente diferenciadas por sus dos principales avenidas. (Quito y Jerusalén), adaptadas al relieve topográfico natural del sector, y con estructuras de desfogues estratégicamente ubicados.
3. El proyecto de alcantarillado pluvial se lo diseñó de tal manera que fuera factible su construcción. Para el efecto se dividió en dos fases claramente diferenciadas por sus avenidas principales, la avenida Quito y la avenida Jerusalén. El costo total del proyecto es de \$ **2'785.940,77**; donde la primera fase tiene un valor de \$ **1'727.283,28** y la segunda fase de \$ **1'058.657,49**.
4. Para un eficaz y efectivo control de seguridad industrial en el proceso de construcción del proyecto de alcantarillado, en el presupuesto se incluyó equipos de protección personal, así como varios rubros de seguridad.

5. En primera instancia el proyecto estuvo diseñado con material de tubería de conducción de P.V.C. (Poli cloruro de Vinilo), pero las altas pendientes del terreno hacían que las velocidades de la tubería sean mayores a las permisibles, se tenía que bajar las pendientes con mayor excavación pero generando pozos de salto de grandes dimensiones; por lo que se opta por el Hormigón como material de diseño para alcantarillado pluvial de la parroquia Malchinguí.

RECOMENDACIONES

a) A las autoridades de la parroquia

- 1) El proyecto de alcantarillado pluvial debe realizarse en dos fases claramente diferenciadas por sus dos principales avenidas (Quito y Jerusalén), por lo que se sugiere que el proyecto para su ejecución se la realice de esa manera.
- 2) Antes de la época de precipitaciones fuertes se debe limpiar los sumideros y rejillas transversales para evitar que sus canales se llenen de basura y tierra.
- 3) Se debe concientizar a la población al buen uso de desechos tanto orgánicos como plásticos, de tal forma que no estropee un buen funcionamiento de ninguna obra del nuevo sistema de alcantarillado pluvial.
- 4) Realizar un constante mantenimiento de sumideros y rejillas transversales de modo que no pierdan su capacidad de transporte de aguas lluvias antes de cumplir su vida útil.
- 5) En la etapa constructiva se deberá tomar muy en cuenta la seguridad personal del trabajador así como enfatizar en las medidas de mitigación de incidentes o accidentes laborales, controlando en obra acciones y condiciones inseguras de trabajo por parte de una persona calificada en riesgos laborales y salud ocupacional.

- 6) En la etapa de excavación el rubro de control de polvo del proyecto es de mucha valía y gran importancia para minimizar el riesgo de enfermedades respiratorias de los habitantes que se encuentren inmiscuidos en este proyecto.
- 7) En la etapa de construcción del nuevo alcantarillado pluvial se deberá controlar que su ejecución se la realice con estricto apego a los planos y especificaciones incluidas en este proyecto, con esto podemos asegurar de entregar a la parroquia una infraestructura de drenaje acorde a las más estrictas exigencias técnicas ingenieriles en el Ecuador.
- 8) En ninguna instancia del proyecto se coloque como material de tubería la de P.V.C. debido a que las velocidades dentro del conducto no serían las más aptas para este diseño y en este caso en particular.
- 9) Se debe tomar en cuenta que para Obras especiales como pozos de saltos existen especificaciones técnicas de diseño en planos de detalles y en la Memoria Técnica del Proyecto.

b) A los moradores de la parroquia

- 1) Mediante un esfuerzo significativo es que el Gobierno Central, el Gobierno Municipal, la EMASA, y muchas personas; han logrado concretar el proyecto que necesita cada vivienda de la parroquia; por lo que, se insta a todo habitante a tener un sabio cariño a las obras en beneficio del sector, más que todo en este proyecto ejecutable de alcantarillado pluvial que evitará futuras inundaciones tanto en sus viviendas como en todas las áreas de esta linda parroquia del Cantón Pedro Moncayo.

BIBLIOGRAFIA

AGÜERO P., Roger. **Agua potable para poblaciones rurales**. Perú: Asociación de Servicios Educativos Rurales (SER); 1997.

AGUILAR LEON Carlos. **Apuntes de curso hidráulica**. Universidad Internacional del Ecuador. Quito, 2011.

CARRERA Luis, **Apuntes de alcantarillado**. Escuela Politécnica Nacional. Quito, 2001.

DIRECCIÓN de Auditoría. **Proyectos y Reajuste de precios**, Contraloría General del estado. Salarios mínimos por ley. Quito, Enero 2012.

INTERNET y aporte bibliográfico y documental investigado en la Web.

KROCHIN Sviatoslav. **Diseño Hidráulico**, Segunda edición, Editorial de la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador 1986.

LÓPEZ Cualla Ricardo Alfredo. **Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados**, Sexta edición, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia 2010.

NEIRA Juan y otros. **Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EPMAPS**, Primera edición, V&M Gráficas, 2009.

NOYOLA Salazar David. Distribución y diseño del drenaje pluvial de Mexicali, B.C. 1974.

PEREZ Arturo Jorge. **Acueductos y Alcantarillado**. Editorial UNALMED.

PINEDA GARCÍA Astrid Gabriela. **Diseño de alcantarillado pluvial en la cabecera municipal de San Miguel de Dueñas, Sacatepéquez**. Guatemala 2006.

SILVA Garavito Luis Felipe. **Diseño de acueductos y alcantarillados**.

CONSTRUMÁTICA. Arquitectura, Ingeniería y Construcción. **Enciclopedia de la construcción**. España 2012.

ANEXOS

**Anexo 1. Diseño y Presupuesto general de construcción
del Alcantarillado Pluvial para la parroquia Malchinguí**

Anexo 2. Cronograma general de actividades

Anexo 3. Análisis de precios unitarios

**Anexo 4. Norma INEN 1-590 y 1-591 “Tubos y accesorios
de hormigón simple y armado”**

**Anexo 5. Remuneraciones mínimas por ley para
trabajadores de la construcción**

**Anexo 6. Especificaciones técnicas y breve memoria
técnica del proyecto**

**Anexo 7. Curva de intensidades máximas de llluvias –
Inamhi**

**Anexo 8. Isolíneas de intensidades de precipitación del
Ecuador – Inamhi**

Anexo 9. Planos del proyecto

Grupo de planos 1. Implantación general

Grupo de planos 2. Áreas de aportación

Grupo de planos 3. Perfiles Longitudinales de tubería

Grupo de planos 4. Detalles tipo