

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y
SANITARIO PARA LAS CIUDADELAS CICA Y LOS LAURELES DEL
CANTÓN SANTA ELENA”**

**PROYECTO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL.**

AUTORES:

RÍOS HUACÓN JONATHAN EZEQUIEL

SALTOS CATUTO JULIANA ELIZABETH

TUTOR:

ING. ARMANDO SALTOS SÁNCHEZ, MSc.

SANTA ELENA-ECUADOR

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y
SANITARIO PARA LAS CIUDADELAS CICA Y LOS LAURELES DEL
CANTÓN SANTA ELENA”**

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

RÍOS HUACÓN JONATHAN EZEQUIEL

SALTOS CATUTO JULIANA ELIZABETH

TUTOR:

ING. ARMANDO SALTOS SÁNCHEZ, MSc.

LA LIBERTAD-ECUADOR

2015

DECLARACIÓN

En atención al art. 26 del Reglamento del Trabajo de Titulación y Graduación de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, UPSE, que puntualiza: “La titularidad de la propiedad intelectual del trabajo de graduación y titulación es del autor”; nosotros, en calidad de autores del presente trabajo de grado, declaramos que el trabajo descrito no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Nosotros, en calidad de autores, cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual del presente trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y la normativa institucional vigente.

Juliana Elizabeth Saltos Catuto

C.I. 0928357821

Jonathan Ezequiel Ríos Huacón

C.I. 0925274979

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor del tema de tesis: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO PARA LAS CIUDADELAS CICA Y LOS LAURELES DEL CANTÓN SANTA ELENA”**; desarrollada por los estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Civil, Juliana Elizabeth Saltos Catuto y Jonathan Ezequiel Ríos Huacón bajo mi tutoría desde SEPTIEMBRE del 2014 hasta MARZO del 2015 según el cronograma previsto, CERTIFICO que el presente trabajo de grado reúne todo los requisitos expuestos por la universidad; Por tanto autorizo con mi firma para que pueda ser presentado, defendido y sustentado en el Tribunal de Graduación.

Ing. Armando Saltos Sánchez, MSc.

TUTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Después de haber realizado una ardua tarea y sacrificio constante, agradezco a Dios por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante. Agradezco también a mis familiares por el apoyo recibido, y por los valores inculcados durante toda mi vida, lo que me ha servido de mucho.

Juliana Elizabeth Saltos Catuto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser la fuerza que me ayudó a culminar esta meta, a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA y a todos los Profesores de la CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL de quienes recibí una adecuada formación y preparación técnica que servirá para desempeñarme de la mejor manera en la profesión de Ingeniero Civil.

Al Msc. Armando Saltos Sánchez, Tutor de Tesis, por sus sugerencias y orientaciones realizadas en el presente estudio.

A mis padres, hermanos, amigos y todo aquel que colaboró con el desarrollo de este trabajo.

De Corazón, Muchas Gracias

Jonathan Ezequiel Ríos Huacón.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a:

Dios por darme las fuerzas necesarias para seguir luchando en mis estudios y finalizar una etapa más de mi vida y darme la oportunidad de tener salud.

Con todo cariño, a mis padres, mi hija, familiares cercanos, los cuales con su apoyo incondicional y amor brindado, son parte importante en mi formación personal y profesional.

Juliana Elizabeth Saltos Catuto.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de manera especial a mis padres y hermanos, quienes con su apoyo incondicional son el motor de mi vida. A mis amigos, que con su ayuda y solidaridad he podido plasmar esta etapa importante en mi vida.

Jonathan Ezequiel Ríos Huacón.

TRIBUNAL DE GRADO

**Ing. Ramón Muñoz Suárez MSc.
DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS DE INGENIERÍA**

**Ing. Juan Garcés Vargas Mgp.
DIRECTOR DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA CIVIL**

**Ing. Richard Ramírez Palma MSc.
PROFESOR DEL ÁREA**

**Ing. Armando Saltos Sánchez MSc.
TUTOR**

**Ab. Joe Espinoza Ayala
SECRETARIO GENERAL**

RESUMEN

La presente tesis tiene como propósito el contribuir al saneamiento básico de las ciudadelas CICA y Los Laureles ubicados en el cantón Santa Elena de la provincia de Santa Elena. Este proyecto incluye el estudio, diseño, cálculos, presupuesto general y planos donde se detalla la obra civil.

Esta consta de siete capítulos. En el primero se mencionan todas las generalidades del diseño en estudio, así como objetivos y descripción general de la zona.

El segundo capítulo se enfoca a los trabajos de campo e investigaciones.

En el tercer capítulo consta el diseño de red de alcantarillado sanitario, y pluvial.

En el capítulo cuarto se establecen las especificaciones técnicas usadas en este diseño como también los materiales empleados para la ejecución del mismo.

En el capítulo quinto se detallan los análisis de precios unitarios y el presupuesto de la obra.

En el capítulo sexto se menciona el estudio del impacto ambiental causado y las posibles medidas de mitigación.

Por último, en el capítulo séptimo se encuentran conclusiones, recomendaciones, bibliografía y apéndices.

ÍNDICE

DECLARACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
CERTIFICADO DE REVISIÓN DE LA REDACCIÓN Y ORTOGRAFÍA	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	viii
TRIBUNAL DE GRADO	x
RESUMEN.....	xi
ABREVIATURAS.....	xix
1. GENERALIDADES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos.....	1
1.2.1. Objetivo general	1
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Características generales de la población	2
1.3.1. Aspectos físicos	2
1.3.1.1. Ubicación geográfica	2
1.3.1.2. Usos del suelo.....	3
1.3.1.3. Viviendas	4
1.3.1.4. Vialidad y transporte interno de las ciudadelas.....	5
1.3.1.5. Infraestructura	5
1.3.1.6. Equipamiento urbano.....	6
1.3.2. Aspectos naturales	6
1.3.2.1. Clima.....	6
1.3.2.2. Hidrología	7
1.3.2.3. Morfología	7
1.3.3. Aspectos Ambientales.....	8
1.3.3.1. Niveles de Ruido	8
1.3.4. Aspectos Socio-Económicos	8

1.3.4.1.	Población.....	8
1.3.4.2.	Edad	8
1.3.4.3.	Niveles de educación:	8
1.3.4.4.	Población económicamente activa	10
1.3.4.5.	Actitud frente al proyecto:	11
2.1.	Análisis topográfico.....	12
2.1.1.	Altimetría del área	12
2.1.2.	Planimetría del área	15
2.2.	Mecánica de suelos.....	16
2.2.1.	Trabajos de laboratorio	18
3.	DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL.	19
3.1.	Red de alcantarillado sanitario	19
3.1.1.	Bases de diseño.....	19
3.1.1.1.	Periodo de diseño	19
3.1.1.2.	Coefficiente de retorno (Cr)	19
3.1.1.3.	Cálculo de la población futura	20
3.1.1.4.	Áreas tributarias	20
3.1.1.5.	Dotación.....	21
3.1.2.	Caudales de diseño	22
3.1.2.1.	Caudal de aguas servidas	22
3.1.2.3.	Factor de mayoración (K).	22
3.1.2.4.	Caudal máximo instantáneo	23
3.1.2.5.	Caudal por conexiones ilícitas.....	23
3.1.2.6.	Caudal de infiltración	24
3.1.2.7.	Relaciones hidráulicas para tuberías parcialmente llenas	24
3.1.2.8.	Recomendaciones para el diseño de la red de alcantarillado Sanitario.	26
3.1.2.8.1.	Velocidades mínimas y máximas	26
3.1.2.8.2.	Pendientes	26
3.1.2.8.3.	Tuberías	26
3.1.2.8.4.	Pozos de revisión.....	26
3.1.2.8.5.	Cajas domiciliarias	26

3.1.3.	Cálculos de tramo P1-P2 de la red de alcantarillado sanitario	27
3.1.4.	Estación de bombeo	31
3.1.4.1.	Bases de diseño para estación de bombeo	31
3.1.4.1.1.	Caudal de diseño de AASS.	31
3.1.4.1.2.	Cárcamo de bombeo	32
3.1.4.1.2.1.	Cálculo de la cámara húmeda (cárcamo)	32
3.1.4.1.3.	Cálculo de la altura dinámica total (ht).....	34
3.1.4.1.4.	Potencia de la bomba	35
3.1.4.1.5.	Cámara de válvula	38
3.1.4.1.6.	Línea de impulsión	38
3.1.4.1.6.1.	Diámetro de la tubería de impulsión.....	38
3.1.4.1.7.	Sobrepresión producida por golpe de ariete.....	39
3.1.	Red de alcantarillado pluvial.....	42
3.1.2.	Bases de diseño.....	42
3.1.2.1.	Periodo de diseño	42
3.1.2.2.	Áreas tributarias	42
3.1.2.3.	Caudales de diseño	42
3.1.2.4.	Coefficiente de escurrimiento.....	42
3.1.2.5.	Intensidad de lluvia.....	43
3.1.2.6.	Tiempo de concentración inicial	45
3.1.2.7.	Cálculo de la precipitación.....	45
3.1.2.8.	Periodo de retorno	50
3.1.2.8.1.	Cálculo de Intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno.....	50
3.1.2.9.	Diámetro	51
3.1.2.10.	Velocidad de diseño.....	52
3.1.2.11.	Material de la tubería y Rugosidad.....	52
3.1.2.12.	Pozos de revisión.....	52
3.1.2.13.	Sumideros.....	52
3.1.3.	Cálculo de diseño de tramo A1-A2 de alcantarillado de aguas lluvias.	53

4.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y MANUAL DE INSTALACIÓN DE TUBERIAS PVC	56
4.1.	Especificaciones técnicas de construcción	56
4.2.	Manual de instalación de tuberías PVC.....	56
5.	PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO	57
5.1.	Componentes de precios unitarios.....	57
5.1.1.	Costos directos	57
5.1.2.	Costos indirectos	57
5.2.	Costos de mano de obra.....	58
5.3.	Costos de equipos.....	59
5.4.	Análisis de precios unitarios	59
5.5.	Presupuesto referencial de obra	60
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	62
6.1.	Introducción	62
6.2.	Marco legal ambiental	62
6.3.	Línea base Ambiental	62
6.3.1.	Medio físico.....	62
6.3.2.	Aspectos bióticos.....	63
6.3.3.	Medio socioeconómico	63
6.4.	Determinación del área de influencia	63
6.4.1.	Área de influencia directa	63
6.4.2.	Área de influencia indirecta	64
6.5.	Valoración y evaluación de los impactos ambientales de los sistemas de alcantarillado.	64
6.5.1.	Evaluación y valoración de impactos	68
6.5.2.	Análisis de los resultados de la Matriz	74
6.5.2.1.	Impactos positivos generados por la ejecución del proyecto	74
6.5.2.2.	Impactos negativos generados por la ejecución del proyecto.	75
6.6.	Plan de manejo ambiental.....	75
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
7.1.	Conclusiones	79
7.2.	Recomendaciones.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de ubicación	2
Tabla 2. Clasificación de usos del suelo	3
Tabla 3. Clasificación de usos del suelo	4
Tabla 4. Tenencias de las viviendas.....	4
Tabla 5. Población económicamente activa	11
Tabla 6. Actitud frente al proyecto	11
Tabla 7. Clasificación del suelo según resultado.....	18
Tabla 8. Dotaciones medias futuras.....	21
Tabla 9. Coeficientes de rugosidad.....	25
Tabla 10. Cálculo de caudal de diseño.....	31
Tabla 11. Tiempos de retención.	33
Tabla 12. Perdidas de carga por longitud de accesorios	35
Tabla 13. Modelo de bomba.....	37
Tabla 14. Valores de escurrimiento	43
Tabla 15. Intensidades máximas.....	46
Tabla 16. Cálculo de desviación estandar y media muestral.....	48
Tabla 17. Cálculo de yt	49
Tabla 18. Cálculo de precipitación	50
Tabla 19. Intensidades de lluvias.....	51
Tabla 20. Costo indirecto	57
Tabla 21. Costos de salarios de mano de obra	58
Tabla 22. Costos de equipos.....	59
Tabla 23. Factores ambientales	64
Tabla 24. Actividades del proyecto	65
Tabla 25. Valoración características de impactos.....	65
Tabla 26. Cálculo de magnitud de factores ambientales.....	67
Tabla 27. Valor de impactos según su importancia	68
Tabla 28. Significancia	69
Tabla 29. Matriz de identificación de impactos	70
Tabla 30. Matriz de caracterización de impactos	71
Tabla 31. Matriz de valoración de impactos	72
Tabla 32. Matriz de evaluación de impactos.....	73
Tabla 33. Manejo de emisiones a la atmósfera.....	76
Tabla 34. Manejo de la calidad del suelo	77
Tabla 35. Manejo emisiones de ruido	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Nivel de estudio/ población general	9
GRÁFICO 2. Nivel de estudio segun el sexo	9
GRÁFICO 3. Nivel de estudio / padres y madres de familia	10
GRÁFICO 4. Nivel de estudio / hijos & hijas	10
GRÁFICO 7. Diagrama de curvas y prestaciones de bombas pedrollo	37
GRÁFICO 8. Mapa de zonificación del ecuador	44
GRÁFICO 9. Mapa de zonificación del ecuador	44
GRÁFICO 10. Curva de intensidad y duración.....	51
GRÁFICO 11. Factores ambientales	74

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Ubicación del proyecto.....	3
Fotografía 2. Placa de control geodesico	12
Fotografía 3. Monografía del punto de control geodesico	13
Fotografía 4. Toma de coordenadas de la placa con gps	14
Fotografía 5. Ubicación del hito c11 en entrada de la cdla. Cica	15
Fotografía 6. Levantamiento de mz e-0011 – ciudadela cica.....	16
Fotografía 7. Calicata n° 1 cdla. Cica	17
Fotografía 8. Calicata n°2	17
Fotografía 9. Calicata n°3	17
Fotografía 10. Ensayo límite líquido	18
Fotografía 11. Muestra límite plástico	18

ÍNDICE DE APÉNDICE

- Apéndice A.....Encuesta.
- Apéndice B.....Libretas de campo.
- Apéndice C.....Marco Legal (Leyes, Normativas y reglamentaciones).
- Apéndice D.....Cálculo de los sistemas de alcantarillado Pluvial y Sanitario en Excel y planos.
- Apéndice E.....Especificaciones técnicas de construcción y Manual de Instalación de Tuberías PVC.
- Apéndice F.....Resultados de ensayos granulométricos y límites de atterberg de calicatas.
- Apéndice G.....Análisis de precios unitarios.

ABREVIATURAS

ASTM.....	American Society for Testing and Materials
SUCS.....	Sistema Unificado De Clasificación De Suelo
MTOP.....	Ministerio De Transporte Y Obras Públicas
INEN.....	Instituto Ecuatoriano De Normalización
IEOS.....	Instituto Ecuatoriano De Obras Sanitarias
INAMHI.....	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INOCAR.....	Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador
NEC.....	Norma Ecuatoriana de Construcción
AGUAPEN.....	Agua de la Península
CICA.....	Cooperativa Interprovincial Costa Azul
AASTHO.....	American Association of State Highway and transportation Officials

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

La falta de los servicios básicos es uno de los mayores problemas que afrontan las comunidades en el Ecuador.

Una de las causas que dificulta la solución de los problemas en muchas instituciones del territorio nacional, es la falta de planificación para dotar de los servicios básicos de un sistema hidráulico, que en caso de no remediarse provoca que las ciudades entren en un estado de subdesarrollo local, que no les permite evolucionar como tales.

Las Ciudadelas CICA y Los Laureles pertenecen al cantón Santa Elena y a pesar de contar con los servicios de agua potable y energía eléctrica, carecen de un sistema de alcantarillado integral que satisfaga las necesidades de este sector urbano; por tal motivo la presente tesis tiene como objetivo diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial de acuerdo a las normas vigentes en el país para garantizar una evacuación adecuada de las aguas lluvias y aguas residuales, conectándose a la red sanitaria que se encuentra próxima al sitio del proyecto. En el presente estudio se plantea diferentes actividades a desarrollarse, entre las cuales se considera trabajos de campo y de gabinete, facilitando de esta manera, información detallada que ayudará a buscar la solución más económica que abarque todos los aspectos relacionados con la recolección y conducción de las aguas servidas, solucionando en forma eficiente los problemas de salubridad y mejorando la calidad de vida de los habitantes del sector.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El proyecto de Tesis consiste en diseñar el Sistema de Alcantarillado Pluvial y Sanitario para las ciudadelas CICA y Los Laureles, ubicadas en el cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena con sus debidas especificaciones técnicas de construcción y materiales.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la topografía y la implantación del terreno de las ciudadelas CICA y Los Laureles.
- Identificar los puntos de interconexión a la red principal de alcantarillado pluvial y sanitario.
- Diseñar la red de alcantarillado sanitario y pluvial para las ciudadelas CICA y Los Laureles e implementarlo al sistema existente de Aguapén.
- Determinar el presupuesto y cantidades de obra del proyecto.

1.3. Características generales de la población

1.3.1. Aspectos físicos

1.3.1.1. Ubicación geográfica

Las Ciudadelas CICA y Los Laureles abarcan una superficie de 8.8 hectáreas y se encuentran ubicadas al nor-oeste del cantón Santa Elena, en los límites entre los cantones Santa Elena y La Libertad de la provincia de Santa Elena (ver fotografía 1), cuya altitud oscila entre las cotas 33.8 m.s.n.m. y las coordenadas que encierran las ciudadelas se las representa en la tabla 1:

TABLA 1. COORDENADAS DE UBICACIÓN

COORDENADAS DE UBICACIÓN		
PUNTO	ESTE	NORTE
1	513656.63	9754119.66
2	513660.51	9753942.97
3	513945.98	9754122.40
4	513940.53	9753937.81
5	513937.56	9753761.55
6	513736.79	9753760.15
7	513736.48	9753936.28

FOTOGRAFÍA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: Imagen de Google Earth / 20/11/2014.

1.3.1.2. Usos del suelo

La ciudadela CICA y Los Laureles tienen 32 y 25 años de existencia respectivamente, La ciudadela Los Laureles muestra un alto porcentaje de terrenos baldíos siendo ésta la menos poblada, pero en la actualidad mantiene un ligero crecimiento poblacional debido a los cambios de infraestructuras que se están presentando en el sector.

A continuación se presenta en la tabla 2 y 3 la distribución del uso de suelo de las ciudadelas:

CIUDADELA EL CICA

TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO

TIPO OCUPACIÓN	%
Residencial	79
Residencial Comercial	5
Recreacional	1
Lotes Baldíos	15
TOTAL	100

CIUDADELA LOS LAURELES

TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO

TIPO OCUPACIÓN	%
Residencial	18
Residencial Comercial	1
Recreacional	0
Lotes Baldíos	81
TOTAL	100

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / Encuesta socio económica del Sistema de alcantarillado Pluvial y sanitario en Cdlas. CICA y Los Laureles / 05/12/2014. Ver Apéndice A.

1.3.1.3. Viviendas

Se realizó una encuesta a todas las viviendas construidas y lotes de las urbanizaciones y podemos concluir que las viviendas son unifamiliares, la mayoría de una planta, con estructura de hormigón, paredes de bloque, techos de madera con cubierta de fibrocemento o zinc, y la gran mayoría con acabados incompletos; están distribuidas de la siguiente manera: cocina, sala-comedor, 2 dormitorios y pozo séptico.

En la tabla 4 se establece la clasificación de las viviendas según las encuestas realizadas.

Clasificación de acuerdo a la tenencia de las viviendas.

TABLA 4. TENENCIAS DE LAS VIVIENDAS

TIPO	CIUDADELA CICA	CIUDADELA LOS LAURELES
	%	%
PROPIA	52	31
ALQUILADA	9	0
ABANDONADA	39	69
TOTAL	100	100

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / Encuesta socio económica del Sistema de alcantarillado Pluvial y sanitario en Cdlas. CICA y Los Laureles / 05/12/2014 Ver Apéndice A.

1.3.1.4. Vialidad y transporte interno de las ciudadelas

- **Vialidad**

La vía principal de acceso a las ciudadelas es una vía de segundo orden cuya calzada es de asfalto y no cuenta con aceras ni bordillos, las vías secundarias son de tierra y se encuentran en mal estado. Son transitables a pie y a baja velocidad en caso de estar en vehículo.

El mal estado de las vías internas de las ciudadelas se debe a que su superficie de rodadura es de tierra y en épocas de precipitaciones altas es difícil transitar por la mayoría de las mismas.

- **Transporte interno de las ciudadelas**

Las ciudadelas CICA y Los Laureles cuentan con el servicio de transporte público por parte de la cooperativa de buses denominada Cooperativa Unificación Peninsular “C.U.P.” con una frecuencia de entrada de 15 minutos y de salida 5 minutos aproximadamente.

1.3.1.5. Infraestructura

- **Agua**

En la actualidad tanto la ciudadelas CICA como Los Laureles gozan del servicio de agua potable otorgada por la empresa pública “AGUAPEN”.

- **Alcantarillado**

Las ciudadelas no cuentan con el servicio municipal de alcantarillado, en la actualidad existe construido de manera particular en cada lote de terreno habitado un pozo séptico para atrapar los desechos sólidos provenientes de sus ocupantes.

- **Otros servicios de infraestructura**

Las ciudadelas CICA y Los Laureles, actualmente cuentan con los siguientes servicios de infraestructura:

Pozos Sépticos	100%
Energía Eléctrica	100%

Alumbrado Público	40%
Recolector de Basura	70%

1.3.1.6. Equipamiento urbano

- **Educación.**

En el área del proyecto no se encuentra ninguna institución educativa.

- **Seguridad.**

En la actualidad la Policía Nacional brinda un buen servicio de seguridad tanto por las noches como en el día, realizando rondas frecuentemente en los sectores ya sea con equipos motorizados o bien con las patrullas del ECU 911.

- **Recreación.**

En la ciudadela CICA existe una cancha deportiva y una sala de eventos particular, las mismas que se encuentran algo abandonadas sin darles un uso frecuente, fuera de eso no existe ningún tipo de área recreativa que fomente el deporte a sus pobladores.

- **Salud.**

De las observaciones efectuadas en el trabajo de campo y visita técnica realizadas a las ciudadelas, se puede decir que los niños/as son los más afectados por enfermedades de origen parasitarios en la mayoría de los casos.

Como causas de estas enfermedades se puede considerar la falta del sistema de alcantarillado, y la falta de organización del servicio de recolección de desechos sólidos en las ciudadelas involucradas.

1.3.2. Aspectos naturales

1.3.2.1. Clima

La provincia de Santa Elena donde se encuentran ubicadas las ciudadelas CICA y Los Laureles; posee un clima árido o desértico con las siguientes características principales de los últimos 20 años:

Temperaturas

Temperatura mínima media:	22.1 °C
Temperatura media:	25.5 °C
Temperatura máxima media:	30.14 °C

Fuente: Estación meteorológica UPSE.

1.3.2.2. Hidrología

- **Precipitaciones**

En la provincia de Santa Elena el período lluvioso transcurre habitualmente desde Enero hasta Mayo.

Para mayores detalles ver la tabla 18 de intensidades de lluvias máximas de los últimos años (1990-2010) en el capítulo III.

- **Dirección de viento**

La velocidad del viento en el sector es de 12 km/h y circula en dos direcciones predominantes: en la dirección sur-oeste (SW) y en la nor-oeste (NW).

- **Temperatura, humedad relativa y radiación solar**

La temperatura media anual es de 25°C - 27°C, la humedad relativa promedio al año es de 80% y la radiación solar alcanza un máximo de 1200 a 1300 w/m² en periodos de lluvia con días despejados, y de 700 a 900w/m² en estación seca con días nublados.

Fuente: Estación meteorológica (UPSE).

1.3.2.3. Morfología

En el área de estudio se encuentra una cuenca de drenaje natural ubicado al este de las ciudadelas CICA y Los Laureles a una distancia considerable del proyecto, en el cual se descarga las aguas lluvias.

1.3.3. Aspectos Ambientales

1.3.3.1. Niveles de Ruido

De acuerdo a las observaciones realizadas en las visitas de campo, determinamos que hay carencia de ruido en las ciudadelas debido a que no existen fábricas, ni empresas que lo generen.

1.3.4. Aspectos Socio-Económicos

1.3.4.1. Población

El área encuestada del proyecto de tesis es de 8.8 Ha., la población actual es de 122 habitantes siendo ésta una densidad poblacional muy baja, existen viviendas que están abandonadas en la ciudadela CICA, mientras que en la Ciudadela Los Laureles la mayor parte de los lotes están vacíos, además de que las condiciones actuales de mencionada ciudadela no son atractivas para que más gente se decidan a radicar en la misma.

El cálculo de la población futura se realizará posteriormente en el capítulo III. Y el diseño estará en función de superficie/casa/habitante, sabiendo que existen 206 lotes en total.

1.3.4.2. Edad

Los rangos de edad son establecidos de la siguiente manera:

Menores a 18 años: 39%

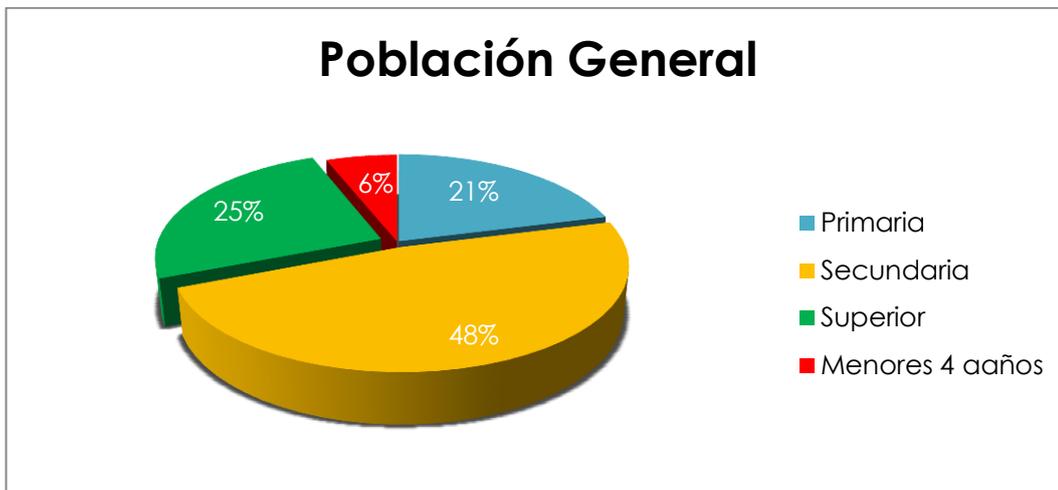
Mayores a 18 años: 61%

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / Encuesta socio económica del Sistema de alcantarillado Pluvial y sanitario en Cdlas. CICA y Los Laureles / 05/12/2014 Ver Apéndice A.

1.3.4.3. Niveles de educación:

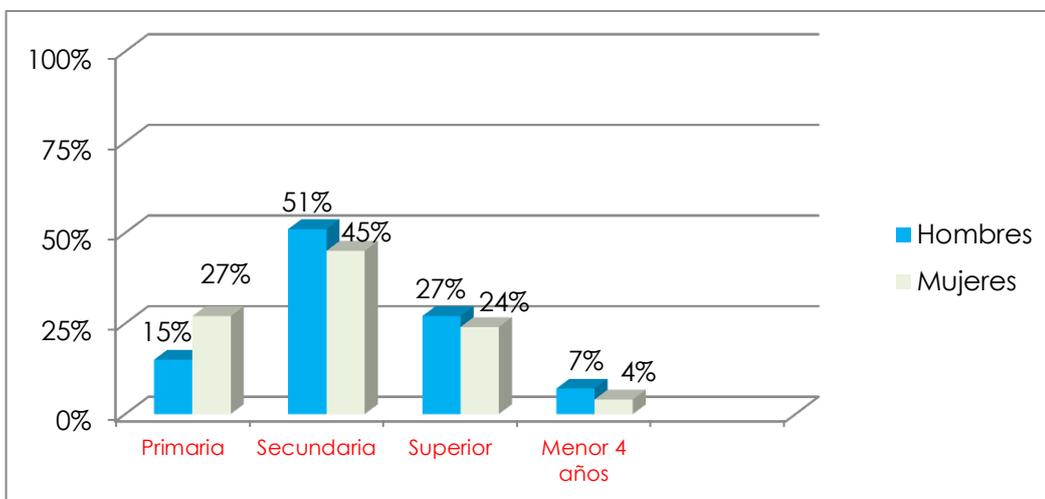
En cuanto a la educación se ha establecido mediante la encuesta realizada que la población total tiene el nivel de estudio que está representado en los gráficos 1, 2, 3 y 4.

GRÁFICO 1. NIVEL DE ESTUDIO/ POBLACIÓN GENERAL



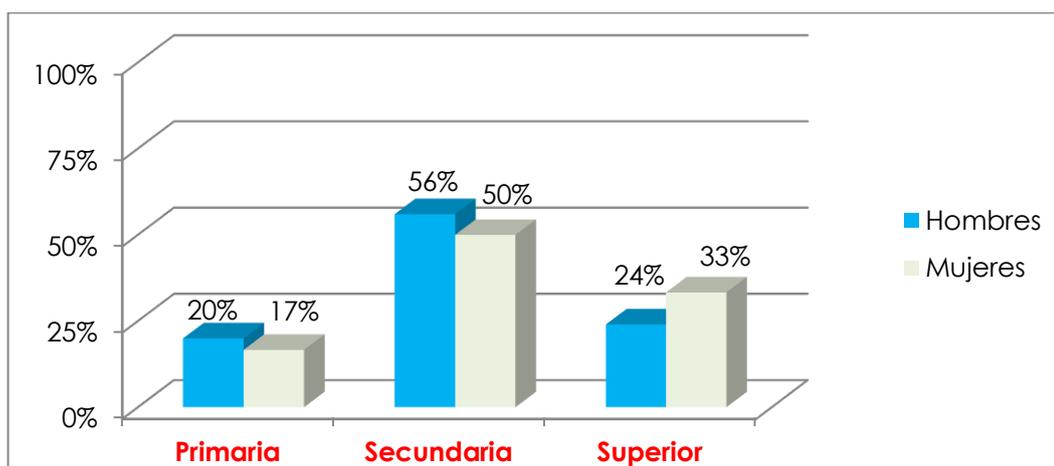
Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / encuesta socio económica del sistema de alcantarillado Pluvial y sanitario en Cdlas. CICA y Los Laureles / 05/12/2014. Ver Apéndice A.

GRÁFICO 2. NIVEL DE ESTUDIO SEGUN EL SEXO



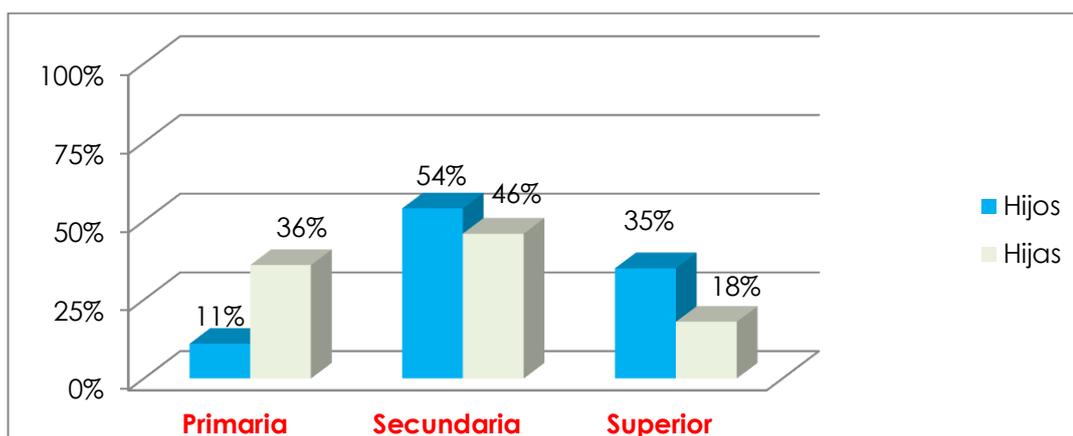
Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / Encuesta socio económica del Sistema de alcantarillado Pluvial y sanitario en Cdlas. CICA y Los Laureles / 05/12/2014 Ver Apéndice A.

GRÁFICO 3. NIVEL DE ESTUDIO / PADRES Y MADRES DE FAMILIA



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / Encuesta socio económica del Sistema de alcantarillado Pluvial y sanitario en Cdlas. CICA y Los Laureles / 05/12/2014 Ver Apéndice A.

GRÁFICO 4. NIVEL DE ESTUDIO / HIJOS & HIJAS



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / Encuesta socio económica del Sistema de alcantarillado Pluvial y sanitario en Cdlas. CICA y Los Laureles / 05/12/2014 Ver Apéndice A.

Los niveles de educación son aceptables y se concluye que no existen analfabetos.

1.3.4.4. Población económicamente activa

Se aprecia que la población económicamente activa es de 49 habitantes, es decir el 40.16% de la población asentada en la actualidad. Las actividades que desempeñan los moradores se muestran en la tabla 5.

TABLA 5. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

Ocupación	Cantidad	Porcentaje %
Conductores bus	6	12.24
Ingenieros	4	8.16
Albañiles	2	4.09
Profesores	5	10.20
Pintores	2	4.09
Otros	30	61.22
TOTAL	49	100

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / Encuesta socio económica del Sistema de alcantarillado Pluvial y sanitario en Cdlas. CICA y Los Laureles / 05/12/2014 Ver Apéndice A.

1.3.4.5. Actitud frente al proyecto:

En las encuestas realizadas en las ciudadelas CICA y Los Laureles sobre la actitud que la población toma ante la situación sanitaria y su posible solución, estas supieron responder de la siguiente manera: (Ver tabla 6.)

TABLA 6. ACTITUD FRENTE AL PROYECTO

Siente el problema	93.20%
Asistirá a reuniones	70.05%
Aportaría con mano de obra	60.80%
Aportaría con material	10.97%
Aportaría con dinero	8.20%

Fuente: Autores / Encuesta socio económica del Sistema de alcantarillado Pluvial y sanitario en Cdlas. CICA y Los Laureles / 05/12/2014 Ver Apéndice A.

Se concluye que el 93.20% de los habitantes de las ciudadelas CICA y los laureles sienten el problema latente y desean soluciones.

2.1. Análisis topográfico

2.1.1. Altimetría del área

Para realizar el levantamiento topográfico de las ciudadelas CICA y Laureles previamente se adquirió una monografía de la placa más cercana a las ciudadelas antes mencionadas. Ver fotografía 2 y 3.

La monografía se la obtuvo del Instituto Aeroespacial del Ecuador en la ciudad de Guayaquil, el cual presenta información completa por lo que fue escogido para llevar a cabo el desplazamiento de la cota.

FOTOGRAFÍA 2. PLACA DE CONTROL GEODESICO



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / 20/11/2014.

FOTOGRAFÍA 3. MONOGRAFÍA DEL PUNTO DE CONTROL GEODESICO

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR Monografía de Punto de Control Geodésico



Entidad Ejecutora:		Registro en el IGM:	
Proyecto: RENAGE		3824	
Nombre del Punto: LIBERTAD		Código del Punto: 2402500006	
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO			
Pais: ECUADOR	Provincia: SANTA ELENA	Cantón: LA LIBERTAD	Parroquia: LA LIBERTAD
			Sitio: BARRIO PUERTO RICO
CONTROL HORIZONTAL			
Datum Horizontal: SIRGAS 95		Epoca de referencia: 1995.4	
Coordenadas Geográficas:		Coordenadas UTM:	
Latitud (" ' "): S 02 13 08.8979	Zona: 17 S	Orden: TERCERO	
Longitud (" ' "): W 080 54 18.5416	Norte (m): 9754716.972	Fecha de determinación: 18-10-2013	
Altura Elipsoidal (m): 17.281	Este (m): 510546.523		
CONTROL VERTICAL:			
Datum Vertical: NIVEL MEDIO DEL MAR		Mareógrafo: LA LIBERTAD	
Línea Nivelación: LIBERTAD - MACHALILLA	Código de la Línea: L-M	Fecha de determinación: 02-10-2004	Coordenadas UTM Aprox.
Elevación (m): 5,3541	Tipo Nivelación: GEOMETRICA	Orden: PRIMERO	Zona: Norte (m): Este (m):
GRAVIMETRÍA:			
Datum Gravimétrico: IGSN71	Valor de Gravedad (mGal): 978097,06	Orden: TERCERO	Fecha de determinación: 01-12-2008
CROQUIS		FOTOGRAFIA PANORAMICA	
		UBICACIÓN	PLACA
		La placa se encuentra dentro de las instalaciones de la sede del complejo deportivo de la Estación Meteorológica de INOCAR.	
ACCESIBILIDAD		INSCRIPCIÓN EN LA PLACA	
Partiendo desde la entrada de la refinería "LIBERTAD" con dirección NW con un recorrido de 0.7 km., una cuadra antes de llegar al muelle al costado derecho se encuentra las instalaciones de la Armada del Ecuador, superintendencia del terminal petrolero de La Libertad.		INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR - SE PROHIBE DESTRUIR - PROYECTO GPS SIRGAS LIBERTAD - QUITO-ECUADOR	
		MATERIALIZACION	ESTADO
		Mojón tipo IGM B	BUENO
			Fecha de Última Vista
			10-10-2014
OBSERVACIONES			
La elevación del punto "MR 3", es de 5.5091 m., La elevación del punto "GRAVIMETRICA LIBERTAD", es de 10.1408 m., La elevación del punto "MR", es de 6.2707 m., La elevación del punto "MR 2", es de 4.0257 m., La elevación del punto "BM 8", es de 12.1330 m. Estas instalaciones en la actualidad corresponden al ministerio de obras públicas.			
Elaborado por:		Ingresado:	
CHECA ROBAYO GALO ENRIQUE		IZA TOAPANTA WILMAN SEGUNDO	
		Supervisado:	
		RODRIGUEZ CEVALLOS FREDDY GONZAL	

El arrastre de coordenadas y cotas se realizó desde la placa del Instituto Geográfico Militar con coordenadas N 9754716.972; E 510546.523 y una cota de 5.354 m.s.n.m. ubicada dentro de las instalaciones de la sede del complejo deportivo de la estación meteorológica del INOCAR, en el cantón La Libertad, hasta el hito CL1 construido para el estudio y establecido en la entrada de la ciudadela CICA con coordenadas N 9753754.142; E 513815.126 y una cota de 33.868 m.s.n.m. como se muestra en las fotografías 4 y 5.

Para llevar a efecto el arrastre de coordenadas y cota se tomó un punto de referencia con GPS con el cual comprobamos que no exista error, el mismo procedimiento se realizó en todos los cambios de estaciones.

Dicho arrastre de coordenadas y cotas tuvo un recorrido alrededor de 4 kilómetros.

FOTOGRAFÍA 4. TOMA DE COORDENADAS DE LA PLACA CON GPS



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / 20/11/2014.

FOTOGRAFÍA 5. UBICACIÓN DEL HITO CL1 EN ENTRADA DE LA CDLA. CICA



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / 29/11/2014.

Ver libreta de campo en apéndice B.

2.1.2. Planimetría del área

Para la ejecución de un diseño adecuado de alcantarillado es preciso contar con los planos topográficos de la comunidad a servir. Previo al levantamiento planimétrico de las ciudadelas, se realizó una visita de campo al sector y así tener una visión del trabajo a realizar.

El equipo empleado para el levantamiento planimétrico fue la estación total Sokkia CX-105. Como se conoce una estación total es semejante a un teodolito electrónico, que permite el almacenamiento de la información así como su procesamiento en el software interno del equipo. Para el desarrollo del presente trabajo se empleó el método radial, es decir medida de ángulos y distancias; del cálculo de las coordenadas y la altura correspondiente se encarga el software del equipo.

Partiendo del hito CL1 establecido en la ciudadela CICA, se realizó el levantamiento planimétrico de las ciudadelas CICA y Los Laureles (ver fotografía 6), estableciendo estaciones en cada cuadra del sector para de esta manera captar cada detalle existente en el área de trabajo.

El trabajo de campo se realizó en un periodo de 7 días en un horario de 8:00 de la mañana a 17:00 de la tarde en el mes de noviembre del 2014.

El personal que participó en el trabajo topográfico fue el siguiente:

1 topógrafo

2 cadeneros

1 ayudante de topógrafo

Concluido el levantamiento topográfico se descargó en el computador la información almacenada en la estación total en formato SDR mediante el programa Sokkia link, convirtiendo los puntos a formatos XLS, y a su vez estos puntos fueron convertidos a formato CSV el mismo que permite trabajar apropiadamente los datos obtenidos para su debido proceso en AutoCAD civil 3d.

FOTOGRAFÍA 6. LEVANTAMIENTO DE MZ E-0011 – CIUDADELA CICA



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / 29/11/14.

Ver libreta de campo en apéndice B.

2.2. Mecánica de suelos

Se realizó 3 calicatas para identificar las características y condiciones del suelo en donde se va a implantar el diseño de alcantarillado sanitario y pluvial. La ubicación de cada una de ellas se las muestra en el plano DASP-15-04 del apéndice D.

El procedimiento de la obtención de la muestra de suelo alterada fue la siguiente:

La primera muestra de la primera calicata se la obtuvo a 1.50 metros de profundidad de la excavación manual realizada en la ciudadela CICA, dicha muestra fue trasladada al laboratorio para someterla a sus respectivos ensayos.

Ver la fotografía 7.

FOTOGRAFÍA 7. CALICATA N° 1 CDLA. CICA



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / 28/02/15.

La segunda muestra de la segunda calicata se la obtuvo de un corte en donde se puede observar directamente los estratos del suelo sin necesidad de realizar excavación alguna tal como muestra la fotografía 8.

La tercera muestra de la tercera calicata se la tomó del sitio en donde se va a establecer una estación de bombeo. Fotografía 9

FOTOGRAFÍA 9. CALICATA N°2



FOTOGRAFÍA 8. CALICATA N°3



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / 28/02/15

2.2.1. Trabajos de laboratorio

Con las muestras de suelo obtenidas en campo se realizó los ensayos de granulometría (vía húmeda) y límites de atterberg, clasificándolos por el sistema unificado de clasificación de suelo (SUCS) y clasificación AASHTO.

En la fotografía 10 y 11 se muestran procedimientos de los ensayos de límites de atterberg. Los resultados de los ensayos de suelos se encuentran en el apéndice F y su clasificación en la tabla 7.

FOTOGRAFÍA 10. ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / 02/03/2015.

FOTOGRAFÍA 11. MUESTRA LÍMITE PLÁSTICO



Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos / 02/03/2015.

TABLA 7. CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN RESULTADO

CALICATA	PROFUNDIDAD	SIMBOLOGIA	CARACTERISTICA DEL SUELO
1	1.50m	ML	limos de baja plasticidad
2	1.50m	ML	limos de baja plasticidad
3	1.50m	CH	Son arcillas inorgánicas de alta plasticidad

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

3. DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL.

3.1. Red de alcantarillado sanitario

3.1.1. Bases de diseño

3.1.1.1. Periodo de diseño

Como toda obra de ingeniería, un sistema de alcantarillado se proyecta de tal manera que se permita satisfacer las necesidades de la población.

El periodo de diseño es el tiempo en el cual una obra deberá funcionar en óptimas condiciones, este se determina de acuerdo con la vida útil de los materiales y el crecimiento poblacional, tomando en cuenta el desarrollo comercial e industrial de la zona. Cuando la tasa de crecimiento es baja se puede elegir periodos de diseño máximos, mientras que si la tasa de crecimiento es alta se opta por periodos de diseño bajos.

La Norma Ecuatoriana para Diseño de Abastecimiento de Agua Potable, Sistemas de Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el área Rural, indica que las obras civiles de disposición de residuos líquidos se diseñará para un periodo de 20 años, el cual se usará para el diseño de alcantarillado de las ciudadelas CICA y Los Laureles.

3.1.1.2. Coeficiente de retorno (Cr)

El cálculo de este factor debe basarse en el análisis de la información existente en las empresas de servicios públicos o en mediciones de campo. Cuando no exista esta información es recomendable asumir valores entre 0.8 a 0.85.

Para el proyecto de tesis se optó por el valor del 80%

Población

Los datos de la población actual se obtuvieron de las encuestas realizadas a los moradores de las ciudadelas CICA y Los Laureles, siendo esta de 122 habitantes en la actualidad.

3.1.1.3. Cálculo de la población futura

La población futura se lo calcula para los próximos 20 años que es el periodo de diseño.

Periodo de diseño = 20 años

Año actual = 2015

Año de Proyección = 2035

Debido a que las ciudadelas que conforman el proyecto son privadas, se efectuó el cálculo poblacional mediante las encuestas realizadas a las ciudadelas CICA y Los Laureles, determinando un promedio de 5 personas por cada vivienda y conociendo la cantidad de lotes existentes en la zona podemos obtener la población futura.

Entre las ciudadelas CICA y Los Laureles existe un total de 206 lotes, por lo que se tiene:

$$Pf = \text{Cantidad de lotes} \times N^{\circ} \text{ de habitantes/lote}$$

$$Pf = 206 \text{ lotes} \times 5 \text{ habitantes/lote}$$

$$Pf = 1030 \text{ Habitantes.}$$

Se incluye un factor de seguridad en el Diseño de la Red de Alcantarillado, tomando un valor de población futura de:

Población de Diseño = 1500 Habitantes.

3.1.1.4. Áreas tributarias

Las áreas tributarias son la división en varias superficies del área original de la zona. Estas se realizaron con el plano topográfico del sector y el trazado de la red del sistema de alcantarillado.

La población actualmente ocupa una superficie de 18.640 m² aproximadamente, se cree que cubrirían el área en su totalidad para el periodo de diseño previsto, es decir los 88.000 m².

3.1.1.5. Dotación

La dotación de agua potable depende de varios factores, principalmente por el clima, el tamaño poblacional, cultura, economía, información de consumos de la zona.

La tabla 8 muestra las dotaciones media futura en función del clima y el número de habitantes.

TABLA 8. DOTACIONES MEDIAS FUTURAS

POBLACIÓN (Habitantes)	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Fuente: IEOS, Normas para estudio y diseño... 1992. P.61

Las ciudadelas CICA y Los Laureles presentan un clima cálido-fresco-seco y una población futura de 1500 habitantes, es por esto que se ha escogido una dotación de 160 l/hab/día.

3.1.2. Caudales de diseño

Para cálculo del caudal de aguas residuales para el diseño del sistema de alcantarillado, se consideró los aportes de aguas servidas domésticas, aguas de infiltración y aguas ilícitas o conexiones erradas.

3.1.2.1. Caudal de aguas servidas

El principal aporte para el diseño de un sistema de alcantarillado es el de aguas servidas domésticas, su caudal diario promedio anual está en función de la población y la dotación de agua.

El caudal de aguas servidas domesticas se calculó con la siguiente fórmula:

$$Q_{as} = \frac{Población\ final \times Dotación\ final}{86400s/día} \times Cr$$

Datos:

Pf= 1500 ha

Dotación= 160 l/hab/día

Coefficiente de retorno Cr=

$$Q_{as} = \frac{1500\ hab \times 160\ L/(hab \times día)}{86400s/día} \times 0.80$$

$$Q_{as} = 2.22\ lt/s$$

3.1.2.3. Factor de mayoración (K).

El factor de mayoración, permite establecer las variaciones máximas y mínimas que tiene el caudal de aguas servidas en variación del consumo de agua potable, permitiendo tener un margen de seguridad.

Para el cálculo del factor k utilizamos la fórmula de Harmon la cual se aplica para poblaciones de 1000 a 1000000 de habitantes.

FÓRMULA DE HARMON

Donde:

K: Factor de mayoración

p: Población futura

$$K = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}}$$

$$K = 1 + \frac{14}{4 + 1500^{0.5}}$$

$$K = 1.328$$

3.1.2.4. Caudal máximo instantáneo

Este se obtiene del producto entre el caudal de aguas servidas y el coeficiente de mayoración (k).

La fórmula se lo obtuvo del manual de diseño de alcantarillados de alta tecnología de plastigama.

$$Q_{max. inst} = Q_{as} \times k$$

Donde:

$Q_{max. inst}$ = Caudal máximo instantáneo

Q_{as} = Caudal de aguas servidas

K= Factor de mayoración.

CÁLCULO:

$$Q_{max. inst.} = 2.22 \text{ l/s} \times 1.33$$

$$Q_{max. inst.} = 2.95 \text{ l/s}$$

3.1.2.5. Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario.

Se ha utilizado la fórmula del libro diseño de alcantarillados de alta resistencia de Plastigama.

$$Q_{ilicitas} = \frac{80}{86400} \text{ lts/hab/seg} \times \text{población}$$

CÁLCULO:

$$Q_{ilicitas} = \frac{80}{86400} \text{ lt/hab/s} \times 1500 \text{ hab}$$

$$Q_{ilicitas} = 1.389 \text{ lts/seg}$$

3.1.2.6. Caudal de infiltración

Para el cálculo del caudal de infiltración se empleó la fórmula mostrada en la parte inferior, debido a que su aplicación se basa en áreas menores de 40,5 hectáreas.

$$Q_{infiltración} = \frac{14000}{86400} \text{ lts/ha/seg} \times \text{area}$$

$$Q_{infiltración} = \frac{14000}{86400} \text{ lts/ha/seg} \times 8.8 \text{ ha.}$$

$$Q_{infiltración} = 1.425 \text{ lts/seg}$$

3.1.2.7. Relaciones hidráulicas para tuberías parcialmente llenas

Para realizar el diseño de la red de alcantarillado se debe calcular la velocidad de flujo en las tuberías por lo cual se utilizó las siguientes fórmulas:

Ecuación de manning:

$$V = \frac{1}{N} \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación de continuidad:

$$Q = A \times V$$

Donde:

V: Velocidad a tubo lleno.

N: Coeficiente de rugosidad de Manning (depende de la rugosidad del material).

R: Radio hidráulico.

J: Gradiente hidráulico

3.1.2.8. Recomendaciones para el diseño de la red de alcantarillado Sanitario.

3.1.2.8.1. Velocidades mínimas y máximas

La norma INEN indica que las velocidades reales mínimas para diseño de alcantarillado sanitario es de 0.45 m/s y máximas de 4.5m/s. en el cálculo de la red del proyecto de tesis se tiene una velocidad real mínima de 0,48 m/s y máxima de 1.05m/s, las cuales cumplen lo indicado por la norma.

3.1.2.8.2. Pendientes

Se ha proyectado pendientes que aseguran una velocidad mínima de auto limpieza de las tuberías. Éstas van desde 0.20% hasta 1.15%.

3.1.2.8.3. Tuberías

Es recomendable para evitar obstrucciones en las tuberías un tamaño mínimo en redes terciarias de diámetro $d=160$ mm, cuando cruce la tubería domiciliaria de una manzana a otra se utiliza una tubería de diámetro $d=160$ mm, para tirantes diámetro $d=160$ mm e inicio de colectores diámetro $d=200$ mm.¹

3.1.2.8.4. Pozos de revisión

Los pozos de revisión tienen un diámetro interior de 1.20m, medida que se encuentra dentro de lo recomendado por la norma Ex IEOS, en el trazado de la red se tiene un total de 12 pozos de revisión y una cámara rompe presión.

3.1.2.8.5. Cajas domiciliarias

Se ha proyectado un total de 134 cajas domiciliarias una cada 2 domicilios y en los puntos necesarios por cambio de dirección, pendiente o cruce de calle.

¹ Norma EX – IEOS numerales 5.2.1.6 hasta 5.2.1.8

Sus dimensiones son de 0.8 mx 0.8m con una profundidad que varía desde 0.50m hasta 2.00m. Ver plano DASP-15-39 del apéndice D.

3.1.3. Cálculos de tramo P1-P2 de la red de alcantarillado sanitario

Datos generales:

P actual = 122 hab

P futura = 1500 hab

Densidad poblacional = 170.454 hab/ha

Dotación = 160 l/hab/día

Coefficiente de retorno Cr = 0.80

n = 0.009 tubería PVC

Longitud = 60.70m

Área = 0.670 ha

1) Población = densidad poblacional x Área.

$$\text{Pobl.} = 170.454 \text{ hab/ha} \times 0.670 \text{ ha} = 114 \text{ hab.}$$

2) Cálculo del caudal de aguas servidas.

$$Q_{aass} = \frac{\text{Población final} \times \text{Dotación final}}{86400 \text{ s/día}} \times Cr$$

$$Q_{aass} = \frac{114 \text{ hab} \times 160 \text{ lts/hab/día}}{86400 \text{ s/día}} \times 0.80$$

$$Q_{aass} = 0.169 \text{ lts/seg.}$$

3) Cálculo de factor de Mayoración

$$k = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}}$$

$$k = 1 + \frac{14}{4 + 114^{0.5}}$$

$$K = 1.95$$

4) Cálculo de caudal máximo.

$$Q_{max. inst.} = Q_{aass} \times K$$

$$Q_{max. inst.} = 0.169 \frac{lbs}{seg} \times 1.95$$

$$Q_{max. inst.} = 0.33 \text{ lbs/seg}$$

5) Cálculo de caudal de infiltración.

$$Q_{infiltración} = \frac{14000}{86400} \text{ lbs/ha/seg} \times 0.670 \text{ ha}$$

$$Q_{infiltración} = 0.109 \text{ lbs/seg}$$

6) Cálculo de caudal por conexiones ilícitas.

$$Q_{ilicitas} = \frac{80}{86400} \text{ lbs/hab/seg} \times \text{población}$$

$$Q_{ilicitas} = \frac{80}{86400} \text{ lbs/hab/seg} \times 114 \text{ hab}$$

$$Q_{ilicitas} = 0.106 \text{ lbs/seg}$$

7) Cálculo de caudal de diseño.

$$Q_{diseño} = Q_{max. inst.} + Q_{infiltración} + Q_{ilicitas}$$

$$Q_{diseño} = \frac{0.33 \text{ lbs}}{\text{seg}} + \frac{0.109 \text{ lbs}}{\text{seg}} + \frac{0.106 \text{ lbs}}{\text{seg}}$$

$$Q_{diseño} = 0.545 \text{ lbs/seg}$$

8) Cálculo de la pendiente.

$$s = \frac{\text{cota inicial} - \text{cota final}}{l} \times 100$$

$$s = \frac{32.088m - 31.387}{60.70m} \times 100$$

$$s = 1.15 \%$$

9) Cálculo del diámetro teórico.

$$D \text{ teórico} = 1.548x \left(\frac{n \times Q_{\text{diseño}}}{1000 \times \left(\frac{s}{100}\right)^{0.5}} \right)^{0.375}$$

$$D \text{ teórico} = 1.548x \left(\frac{0.009 \times 0.545 \text{ lts/seg}}{1000 \times \left(\frac{1.15}{100}\right)^{0.5}} \right)^{0.375}$$

$$D \text{ teórico} = 1.548x \left(\frac{0.009 \times 0.545 \text{ lts/seg}}{1000 \times \left(\frac{1.15}{100}\right)^{0.5}} \right)^{0.375}$$

$$D \text{ teórico} = 0.04m$$

Como el diámetro teórico es menor al diámetro mínimo indicado por la norma EX –IEOS se selecciona el diámetro mínimo nominal de 200mm.

10) Cálculo de velocidad a tubo lleno.

$$V_o = \frac{1}{N} \times R^{\frac{2}{3}} \times s^{\frac{1}{2}}$$

$$V_o = \frac{1}{0.009} \times \left(\frac{0.20m}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{1.15}{100}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$V_o = 1.62m/s$$

11) Cálculo de caudal a tubo lleno.

$$Q = A \times V_o$$

$$Q = \pi \times \frac{d^2}{4} \times V_o$$

$$Q = \pi \times \frac{(0.20m)^2}{4} \times 1.62m/s$$

$$Q = 0.05091 \frac{m^3}{seg} \times \frac{1000lts}{1m^3}$$

$$Q = 50.91 \text{ lts/seg}$$

12) Cálculo de relaciones hidráulicas.

$$\text{Caudal} = \frac{q}{q \text{ lleno}}$$

$$\text{caudal} = \frac{0.545 \text{ lts/seg}}{50.91 \text{ lts/seg}}$$

$$\text{caudal} = 0.01$$

$$\text{Velocidad} \quad \frac{v}{v \text{ lleno}} = 0.316$$

$$\text{Diámetro} \quad \frac{d}{D \text{ lleno}} = 0.069$$

13) Cálculo de la velocidad en sección del flujo.

$$v = V_o \times \frac{v}{V \text{ lleno}}$$

$$v = \frac{1.62m}{s} \times 0.316$$

$$v = 0.512m/s$$

La velocidad es mayor que la establecida por la norma EX - IEOS

$$0.512 \text{ m/s} > 0.45\text{m/s} \quad \text{si cumple}$$

Los cálculos de la red de alcantarillado sanitario se los realizó en Microsoft Excel y se encuentran en la tabla D1 del apéndice D.

3.1.4. Estación de bombeo

La estación de bombeo de aguas servidas está localizada en la ciudadela FAE 1 solar esquinero (ver plano DASP-15-05 del apéndice D) cuyo terreno deberá ser expropiado y legalizado con todos los documentos correspondientes por la entidad pública a cargo de la ejecución del proyecto, dicho trámite se realizará previo a la construcción de la estación de bombeo.

La estación de bombeo de aguas servidas básicamente está compuesta por una estructura de entrada pozo P12, un cárcamo de bombeo, dos bombas, panel de control eléctrico, una caja de válvulas, una caseta para estación de bombeo y cerramiento perimetral.

3.1.4.1. Bases de diseño para estación de bombeo

Densidad Poblacional a 20 años = 170.45 hab/has

Población Actual a servir (2015) = 122 hab

Población Futura a servir (2035) = 1500 hab

Área actual de proyecto = 8.8 ha

Dotación de Agua Potable per cápita = 160 lts /hab/día

Coefficiente de retorno = 0.8

Factor de Mayoración (pico) = 1.33

El periodo de diseño para la estación de bombeo es de 20 años.

3.1.4.1.1. Caudal de diseño de AASS.

El caudal de aguas servidas a bombear se muestra en la tabla 10.

TABLA 10. CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO

zona	población		Dotación l/hab/día	Qmed AASS lts/seg	factor de Mayoración	Cr	Qmax	Q Infil.	q Ilícito	Q diseño
	actual (hab)	Total (hab)					lts/seg	lts/seg	lts/seg	lts/seg
Cdlas. CICA y los Laureles	122	1500	160	2,22	1,33	0,80	2,95	1,425	1,389	5,764

Fuente: Jonathan Ríos/Juliana Saltos.

Caudal que ingresa al cárcamo de bombeo= 5.764 lts/seg.

3.1.4.1.2. Cárcamo de bombeo

La estructura de la estación de bombeo está compuesta por una losa de fondo de 0.25 metros de espesor cuya cota de acabado es de 27.940; esta estructura tienen muros perimetrales de 0.20 metros hasta la cota 34.590.

Se ha proyectado un cárcamo de bombeo húmedo el cual tiene las dimensiones mínimas para su operación y mantenimiento de acuerdo a los fabricantes de bombas.

El cárcamo de bombeo húmedo es donde se alojan las dos bombas electro sumergible que permiten el arrastre de sólidos de un tamaño $d = < 40$ mm.

En el ingreso al cárcamo de bombeo se ha proyectado dos rejillas metálicas (35 x 70cm) con platinas galvanizadas de 20mm espaciado cada 1 cm para la eliminación de objetos que puedan ocasionar atasco en la bomba, siendo este material removido periódicamente dependiendo de la magnitud de acumulación.

3.1.4.1.2.1. Cálculo de la cámara húmeda (cárcamo)

La capacidad de la estación deberá permitir el bombeo del caudal máximo esperado al final del período de diseño.

Para el dimensionamiento de la cámara básicamente se considera el tiempo de retención de las aguas servidas en la cámara.

Tiempo de retención de las aguas servidas en la cámara

Es recomendable considerar un tiempo límite de 30 minutos, debido a que en un mayor tiempo se producirían condiciones sépticas que ocasionan olores desagradables. Este es un problema especialmente en climas cálidos (provincia de Santa Elena).

TABLA 11. TIEMPOS DE RETENCIÓN.

Tiempos de retención		
Autor	potencia	tiempo de retención (minutos)
Metcalf-Eddy	< 20 HP	10
	20 A 100HP	15
	100 a 150 HP	20 a 30
	>150 HP	consultar con el fabricante

Fuente: Plan de manejo ambiental del proyecto de alcantarillado sanitario de la zona industrial de La Libertad. Aguapen.

Volumen de la cámara húmeda

La determinación del volumen de la cámara húmeda se hace en función del tiempo de retención de las aguas servidas y de las capacidades de los equipos de bombeo. La fórmula para calcular el volumen de la cámara húmeda se la adquirió del libro de diseño para acueductos y alcantarillados 2da edición /Ricardo López Cualla.

$$V_{cárcamo} = \frac{Q_{max} \times T}{4}$$

Donde:

Tiempo de Retención (T)= 17 minutos = 1020sg.

Qmax= Caudal máximo de aguas servidas

$$V_{cárcamo} = \frac{5.764 \frac{\text{lbs}}{\text{seg}} \times 1020\text{seg}}{4}$$

$$V_{cárcamo} = 1469.82\text{lbs} = 1.469 \text{ m}^3$$

Adaptación de las dimensiones para el cárcamo

Largo= 2m Ancho= 1.5m Alto= 0.5m

Estas dimensiones proyectan un volumen para el cárcamo de 1.5m³.

3.1.4.1.3. Cálculo de la altura dinámica total (ht)

Fórmula:

$$h_{dt} = h_s + h_d + h_f$$

dónde:

h_{dt} = Altura dinámica total (m).

h_s = Altura geométrica de succión.

h_d = Altura geométrica de descarga (m).

h_f = Altura de pérdidas de carga por accesorios.

Altura de succión h_s .- Es la distancia vertical existente entre el eje de la bomba y el nivel inferior del agua.

Debido a que la estación de bombeo es de cámara húmeda la altura de succión es:

$$h_s = 0$$

Altura de descarga h_d .- Es la distancia entre el eje de la bomba cota 28.04 y la cota 33.99 a la que se quiere elevar el líquido para la descarga en la cámara rompe presión.

$$h_d = 6.26 \text{ m}$$

Altura de pérdidas de carga h_f .- Es la suma de las pérdidas de carga por longitud de tubería más la pérdida de carga por accesorios.

$$h_f = h_{f \text{ longitud Tubería}} + h_{f \text{ accesorios}}$$

Pérdidas de carga por longitud de tubería.-Es la altura que debe suministrarse al sistema para vencer la fricción que produce el flujo del agua a través de las tuberías del sistema, por lo que se obtiene de las ecuaciones de maninng.

Pérdidas de carga por longitud de accesorios

TABLA 12. PERDIDAS DE CARGA POR LONGITUD DE ACCESORIOS

Accesorios	Diámetro(mm)	Cantidad	Long. Equiv parcial (mts)	Long. total (mts)
codos 90 °	110	4	2.8	11.2
Yee	110	1	2.5	2.5
codos 45 °	110	3	1.5	4.5
válvula de compuerta	110	2	0.7	1.4
válvula de retención	110	2	6.4	12.8
Total				32.4

Fuente: Elemento de diseño para acueductos y alcantarillados 2da edición.-López Cualla Ricardo Alfredo. 2007

Cálculo de pérdidas de carga aplicando la fórmula de Manning.

$$hf = \frac{10.3 \times n^2}{D^{5.33}} \times Q^2 \times L$$

$$hf = \frac{10.3 \times 0.009^2}{0.11^{5.33}} \times 0.005764^2 \times 879.9m$$

$$hf = 0.045 m$$

Entonces la altura dinámica total es:

$$Hdt = 0 + 6.26 + 0.045$$

$$Hdt = 6.305m$$

3.1.4.1.4. Potencia de la bomba

La fórmula para calcular la potencia de la bomba se la tomó del libro de diseño para acueductos y alcantarillados 2da edición /Ricardo López Cualla.

Se proyectó 1 bomba que lleve un caudal 5.764 l/seg.

$$P_{\text{bomba}} = \frac{Q_{\text{max}} \cdot x \cdot h_{\text{dt}}}{75 \zeta}$$

$$P_{\text{bomba}} = \frac{5.764 \times 6.305}{75 \times 0.70} = 0.692 \text{ hp}$$

Donde:

Q_{max} : Caudal de diseño a captar (l/s)

H_{dt} : Altura dinámica total.

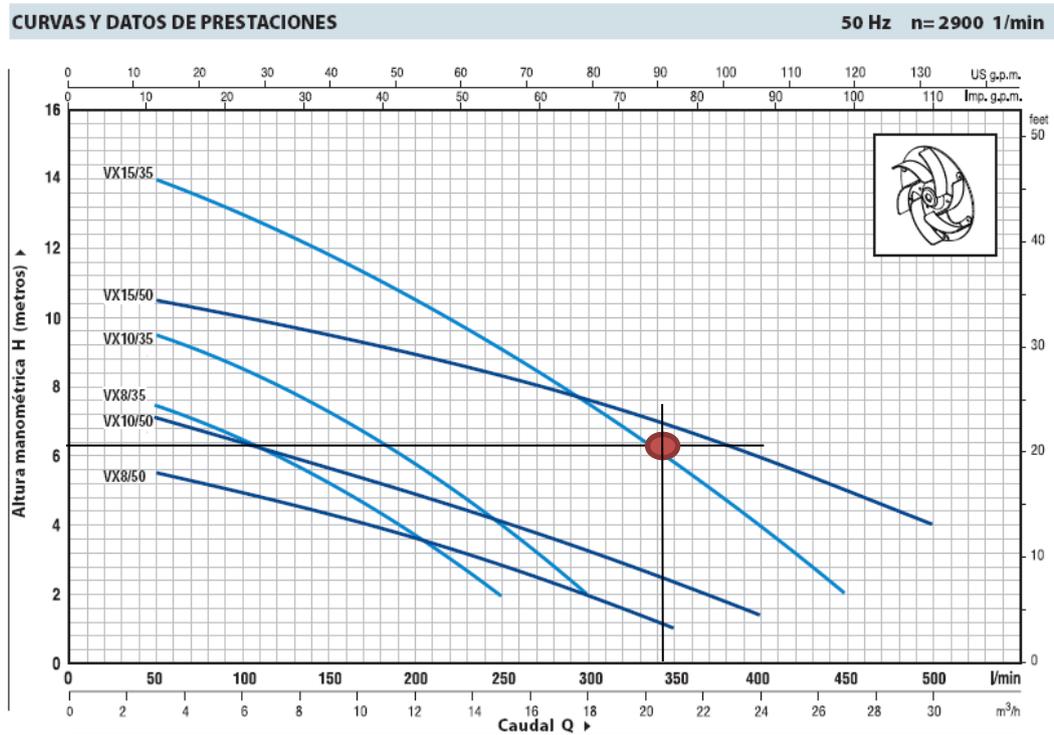
ζ : Eficiencia de la bomba (65% -70%)

La bomba comercial adoptada es de marca Pedrollo vxm 15/35, se define la curva de rendimiento de ésta bomba, a partir de los siguientes datos:

$$H_{\text{dt}} = 6.305\text{m}$$

$$Q = 5.765\text{ lts/seg} = 345.9 \text{ lts/min}$$

GRÁFICO 5. DIAGRAMA DE CURVAS Y PRESTACIONES DE BOMBAS PEDROLLO



Fuente: Catálogo de bombas pedrollo.

TABLA 13. MODELO DE BOMBA

MODELO		POTENCIA		Q	H metros												
Monofásica	Trifásica	kW	HP		m³/h	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	
				l/min	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500		
VXm 8/35	-	0.55	0.75		8.4	7.5	6.5	5.2	3.7	2							
VXm 10/35	VX 10/35	0.75	1		10	9.5	8.5	7.2	5.8	4	2						
VXm 15/35	VX 15/35	1.1	1.5		15	14	13	11.8	10.5	9	7.5	6	4	2			
VXm 8/50	-	0.55	0.75		6	5.5	5	4.4	3.6	2.8	2	1					
VXm 10/50	VX 10/50	0.75	1		7.5	7	6.5	5.8	5	4	3.2	2.4	1.5				
VXm 15/50	VX 15/50	1.1	1.5		11	10.5	10	9.5	9	8.3	7.5	6.8	6	5	4		

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 App. A.

Fuente: Catálogo de bombas pedrollo.

La estación de bombeo de cámara húmeda tendrá dos bombas sumergibles para desagüe, las cuales manejarán el caudal total de bombeo de forma alternada o cuando se requiera realizar el mantenimiento de las mismas, una sola trabajará el tiempo que sea necesario hasta cuando se realice esta acción.

3.1.4.1.5. Cámara de válvula

Adyacente al pozo de bombeo se alojan las válvulas (check y compuerta) que dan inicio a la tubería de impulsión de P.V.C que elevarán las aguas residuales domésticas.

3.1.4.1.6. Línea de impulsión

El trazado de la línea de impulsión recorre 847.5 metros lineales aproximadamente y se inicia en la estación de bombeo y finaliza en la cámara rompe presión que a su vez descarga en el pozo P2 del Colector H del alcantarillado existente en el cantón Santa Elena.

La tubería de impulsión tendrá también una vida útil no menor a 20 años.

3.1.4.1.6.1. Diámetro de la tubería de impulsión

Las bombas que se utilicen para manejar aguas servidas, deben dejar pasar por lo menos esferas de 75 mm de diámetro, y por lo tanto, las tuberías de succión y de descarga de las bombas serán como mínimo de 110 mm de diámetro. (EX - IEOS)

La velocidad recomendada de tubería de impulsión según la norma Boliviana es 1.5 m/s.

Diámetro de la tubería de impulsión según Ec. De Bresse

$$D = K \times \sqrt{Q}$$

Donde:

D = Diámetro de la tubería (m)

K = Coeficiente

Q = Caudal de bombeo (m³/s)

K expresado por:

$$K = \sqrt{\frac{4}{\pi \times V}}$$

V = Velocidad (m/s)

Calculo:

$$K = \sqrt{\frac{4}{\pi \times 1.5 \text{ m/s}}} = 0.92$$

$$D = 0.92 \sqrt{0.0055764} = 0.069\text{m}$$

El diámetro calculado para la tubería de impulsión es de 69 mm por lo que optamos utilizar un diámetro de 110mm que es el diámetro mínimo recomendado por la norma EX -IEOS.

3.1.4.1.7. Sobrepresión producida por golpe de ariete.

Para la línea de impulsión se escogió la tubería de PVC Biax de plastigama, cuyas características son:

$$D \text{ (exterior)} = 110 \text{ mm}$$

$$d \text{ (interior)} = 105.20 \text{ mm}$$

$$e = 2.40 \text{ mm}$$

$$\text{Presión de trabajo} = 0,80 \text{ MPa} = 81,58 \text{ m}$$

$$K \text{ (Relación de módulo de elasticidad)} = 11$$

- **Celeridad**

La celeridad se calcula mediante la fórmula:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}}; \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 11 \times \frac{110}{2,40}}}$$

$$C = 421.20\text{m/s}$$

- **Tiempo de parada o de cierre**

$$T = \frac{2L}{C}; \frac{2 \times 847.5\text{m}}{421.20\text{m/s}} = 4.02\text{seg}$$

La válvula de compuerta se deberá cerrar en un periodo de 4.02 seg.

- **Sobrepresión**

La sobrepresión se calcula mediante la fórmula de Allievi para cierre rápido

$$h_a = \frac{CV}{g}$$

Donde:

C= celeridad

g = gravedad

V = velocidad de régimen de agua.

$$h_a = \frac{421.20 \times 1,5}{9,81} = 64.40 \text{ m}$$

- **Presión total de la tubería**

La presión total:

$$P = h_{\text{sobrepresión}} + H_d ; 64.40 \text{ m} + 6.30 \text{ m} = 70.7\text{m}$$

Con los datos calculados se evalúa la condición:

$$\text{Presión de trabajo} > \text{Presión total de la válvula}$$

$$81.58 \text{ m} > 70.7 \text{ m}$$

La presión total de trabajo no excede la presión de diseño, por lo cual si cumple con la condición expuesta.

3.1. Red de alcantarillado pluvial

3.1.2. Bases de diseño

3.1.2.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño para el alcantarillado de aguas lluvias es el mismo empleado en la red de alcantarillado sanitario 20 años.

3.1.2.2. Áreas tributarias

Se determinaron las áreas de aportación para el diseño de alcantarillado pluvial como se muestra en el plano DASP-15-22 del apéndice D.

3.1.2.3. Caudales de diseño

Para el cálculo del caudal de aportación de aguas lluvias la norma EX –IEOS indica que se utilizará el método racional para la estimación del escurrimiento superficial en cuencas tributarias con una superficie menor a 5 km².

El caudal de escurrimiento se lo calculó mediante la fórmula de caudal del método racional:

$$Q = C \times I \times A$$

Donde:

Q = caudal de escurrimiento en m³/s.

C = coeficiente de escurrimiento (adimensional).

I = intensidad de lluvia para una duración de lluvias, igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, en mm/h.

A = Área de la cuenca, en ha.

3.1.2.4. Coeficiente de escurrimiento

La determinación del coeficiente de escurrimiento depende de los siguientes factores:

Los efectos de infiltración, almacenamiento por retención superficial, evaporación, etc.

Mediante el reconocimiento del sitio y trabajo de campo realizado en el área de estudio se encontró las siguientes características:

- Las ciudadelas CICA y los laureles se las considera como una zona medianamente poblada.
- Posee superficies no pavimentadas.

TABLA 14. VALORES DE ESCURRIMIENTO

TIPO DE ZONA	VALORES DE C
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas	0,7 – 0,9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas	0,7
Zonas residenciales medianamente pobladas	0,55 – 0,65
Zonas residenciales con baja densidad	0,35 – 0,55
Parques, campos de deportes	0,1 – 0,2

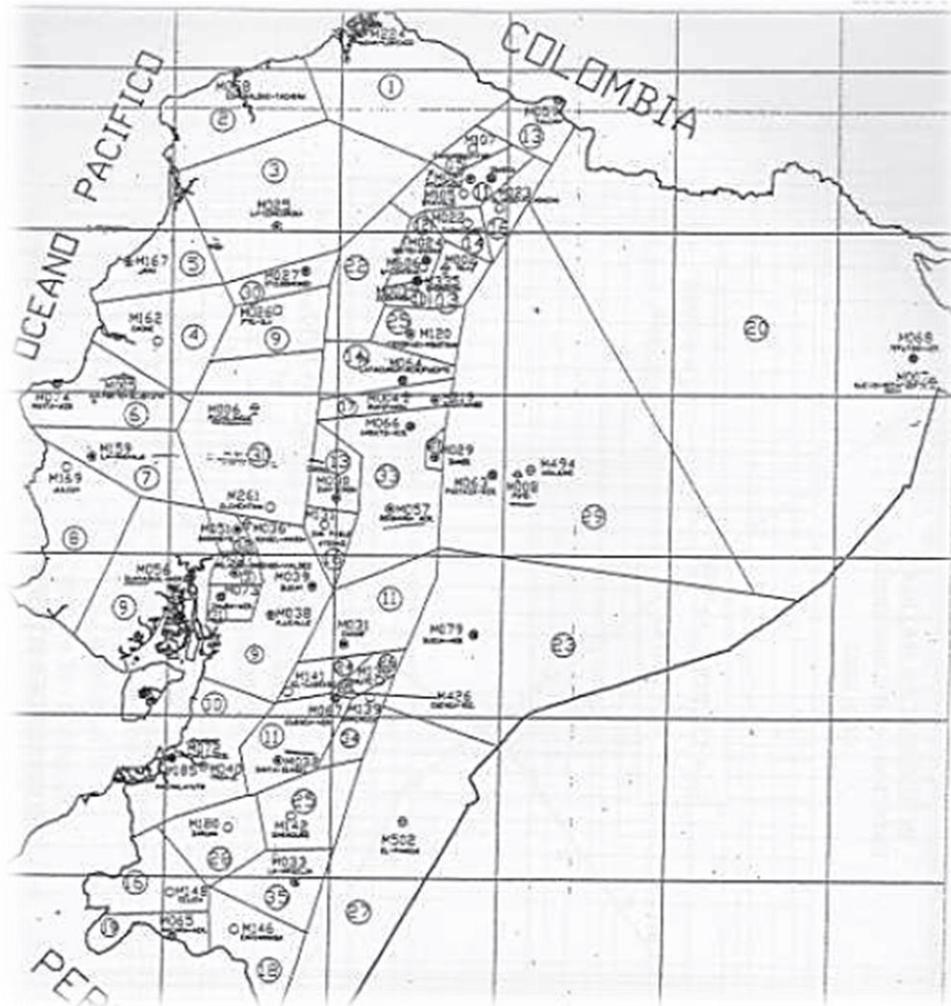
Fuente: Normas EX IEOS (Tabla VIII.3 Valores de c para diversos tipos de superficies). Sistemas de Alcantarillado.

Para el desarrollo del diseño de aguas lluvias se tomó un valor de coeficiente de escurrimiento C de 0.60 de acuerdo al tipo de zona.

3.1.2.5. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia establece un parámetro elemental para la determinación del caudal del diseño de la red, para determinar las intensidades que caen en la zona de la península de Santa Elena se calculó la ecuación pluviométrica con la información que se obtuvo de las diferentes estaciones meteorológicas cercanas al sector, la cual indica que el área de estudio se encuentra ubicada en la zona 8 según el mapa de zonificación del inamhi.

GRÁFICO 6. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL ECUADOR



Fuente: Inamhi, 1999.

Ecuaciones de intensidad de lluvia obtenidas de la zona 8 - Inamhi 1999

$$I = 80.068 \times Id_{TR} \times t^{-0.3683} \text{ para } 5\text{min} < t < 30\text{min}$$

$$I = 351.73 \times Id_{TR} \times t^{-0.7977} \text{ para } 30\text{min} < t < 1440\text{min}$$

Dónde:

I= Intensidad de la lluvia (mm/hora)

Id_{TR}= Intensidad diaria para un TR (mm/hora)

Tr= Tiempo de retorno de la lluvia de mayor intensidad (años)

T= Tiempo de duración de la lluvia (minutos)

3.1.2.6. Tiempo de concentración inicial

En el caso de las ciudadelas CICA y los Laureles el diseño se realizó con un $T_c = 15$ minutos por ser un diseño con gran cantidad de sumideros, no se considera los valores de t_2 para cada tramo de tubería ya que la variación es muy pequeña.

3.1.2.7. Cálculo de la precipitación

Para realizar el cálculo de la precipitación media máxima diaria, se usó los registros pluviométricos de las estaciones que se encuentran dentro de la zona del proyecto.

En la siguiente tabla se muestran los registros de precipitaciones máximas diarias de diferentes estaciones de los últimos 21 años.

TABLA 15. INTENSIDADES MAXIMAS

INTENSIDADES MÁXIMAS DIARIAS REGISTRADAS (1990 - 2010) EN LAS ESTACIONES METEREOLÓGICAS DEL INAMHI			
AÑO	INTENSIDAD MAX. (mm/día)	ESTACIÓN	CÓDIGO INAMHI
1990	6,8	Playas	M173
1991	11,2	Ancón	M174
1992	54	Ancón	M174
1993	18	Ancón	M174
1994	55,5	Ancón	M174
1995	95,8	Ancón	M174
1996	30,2	Ancón	M174
1997	26	La Libertad	MA50
1998	180	La Libertad	MA50
1999	70,3	La Libertad	MA50
2000	37,5	Ancón	M174
2001	71,1	Progreso	M175
2002	112,3	Progreso	M175
2003	32,7	Santa Elena-UPSE	MB06
2004	7,7	Santa Elena-UPSE	MB06
2005	6,7	Santa Elena-UPSE	MB06
2006	9	Playas	M173
2007	47,2	Playas	M173
2008	101,5	Santa Elena-UPSE	MB06
2009	10	Puna	MB09
2010	37,7	Santa Elena-UPSE	MB06

Fuente. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>

DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL

Para el análisis de la intensidad máxima de lluvia se empleó el método probabilístico de distribución de Gumbel por medio de la siguiente fórmula:

Método probabilística de Gumbel

$$F(x) = e^{-e^{-d(x-u)}}$$

dónde:

F(X) = Frecuencia teórica acumulada

X = Valor a sumir por variable aleatoria

d y u = Parámetros

E = Bases de logaritmos neperianos

Despejando x tenemos la siguiente ecuación:

$$x = u - \frac{\ln(-\ln(f(x)))}{d}$$

Fórmula para determinar d, u, S.

$$u = \bar{x} - 0.5772 \times \frac{1}{d} \quad \frac{1}{d} = 0.7797 \times S$$

$$s = \left(\frac{\text{SUMA}(\bar{x} - x_1)^2}{N - 1} \right)^{0.5}$$

Donde:

\bar{x} = Media aritmética de la serie de datos considerados

1/d = Desviación típica de la muestra de datos considerados

TABLA 16. CÁLCULO DE DESVIACIÓN ESTANDAR Y MEDIA MUESTRAL

CÁLCULO DE DESVIACIÓN ESTANDAR Y MEDIA MUESTRAL CON DATOS DE INTENSIDAD MAX EN 24 HORAS OBTENIDOS DEL INAMHI.			
AÑO	Nº	INTENSIDAD MAX. (mm/día) (x1)	$(\bar{x}-x1)^2$
1990	1	6,8	1749.63
1991	2	11,2	1400.90
1992	3	54	28.85
1993	4	18	938.11
1994	5	55,5	47.22
1995	6	95,8	2225.14
1996	7	30,2	339.61
1997	8	26	512.05
1998	9	180	17258.45
1999	10	70,3	469.65
2000	11	37,5	123.85
2001	12	71,10	504.97
2002	13	112,30	4054.05
2003	14	32,7	253.72
2004	15	7,7	1675.15
2005	16	6,7	1758.01
2006	17	9	1570.42
2007	18	47,2	2.04
2008	19	101,5	2795.39
2009	20	10	1492.17
2010	21	37,7	119.43
Total		1021,2	39318,80

- $\bar{x} = \frac{\text{suma de intensidad de lluvias}}{N^{\circ} \text{ de datos considerados}} = \frac{1021,2}{21} = 48.628$

- $S = \left(\frac{\text{SUMA}(\bar{x}-X1)^2}{N-1} \right)^{0.5} = \left(\frac{39318,18}{21-1} \right)^{0.5} = 44,339$

- $\frac{1}{d} = 0.7797 \times S = 0.7797 \times 44.339 = 34.569$

- $u = \bar{x} - 0.5772 \times \frac{1}{d} = 48.628 - (0.5772 \times 34.569) = 28.675$

Cálculo de intensidad de lluvia para diferentes periodos de retornos.

TR= 2 años

$$\bullet \quad y_t = -\ln\left(\ln\left(\frac{TR}{TR-1}\right)\right) \quad y_t = -\ln\left(\ln\left(\frac{10}{10-1}\right)\right) = 0.366$$

Con la misma ecuación se calculó y_t para los años siguientes como se muestra en la tabla 17:

TABLA 17. CÁLCULO DE Y_t

TR (años)	Y_t
2	0.366
5	1.499
10	2.250
25	3.198
50	3.901
100	4.600

Cálculo del valor de precipitación X_T para los diferentes periodos de retorno TR:

$$\bullet \quad X_T = \frac{1}{a} \times y_t + u = 34.569 \times 0.3665 + 28.675 = 41.345 \text{ mm/día} = 1.7227 \text{ mm/h.}$$

TABLA 18. CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN

TR (años)	XT
2	1.7227
5	3.3553
10	4.4362
25	5.8019
50	6.8151
100	7.8208

3.1.2.8.Periodo de retorno

Para el cálculo de periodo de retorno se deben considerar las siguientes condiciones:

- Tener en cuenta los daños que pueden producirse en las ciudadelas como consecuencia de la saturación de la red de drenaje y la inundación temporal de determinadas calles.
- El comportamiento de las precipitaciones.

En las ciudadelas CICA y los Laureles no existen sótanos ni instalaciones subterráneas, los daños por inundación temporal de calles no serán mayores.

El periodo de retorno del diseño de alcantarillado pluvial en las ciudadelas CICA y los Laureles será de 10 años.

3.1.2.8.1. Cálculo de Intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno.

A partir de los datos anteriores se procede a calcular las diferentes intensidades con la ecuación obtenida del mapa de zonificación del Inamhi para un periodo de retorno dado 5, 10 , 25, 50 y 100 años y tiempos de concentración cada 5, 10, 20, 60, 120, 360, 720, 1440 minutos. Ver tabla 19 y gráfico 8.

$$I = 80.068 \times I_{dTR} \times t^{-0.3683} \text{ para } 5\text{min} < t < 30\text{min}$$

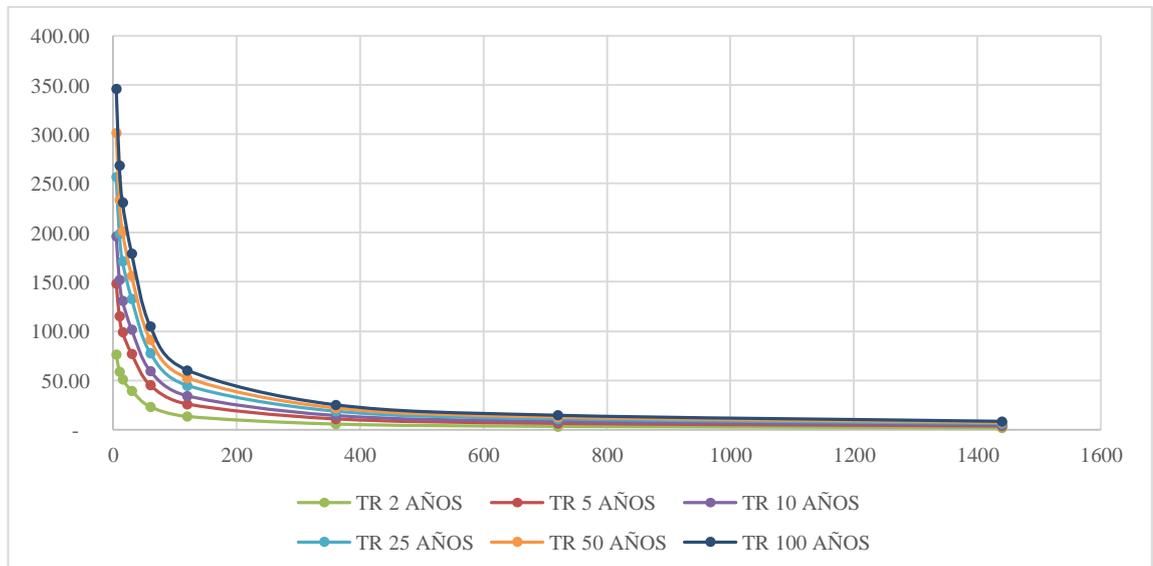
$$I = 351.73 \times I_{dTR} \times t^{-0.7977} \text{ para } 30\text{min} < t < 1440\text{min}$$

TABLA 19. INTENSIDADES DE LLUVIAS

INTENSIDAD DE LLUVIA									
TR AÑOS	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN								
	5	10	15	30	60	120	360	720	1440
2	76.25	59.07	50.88	39.41	23.12	13.30	5.54	3.19	1.83
5	148.51	115.05	99.09	76.77	45.03	25.90	10.78	6.20	3.57
10	196.35	152.11	131.01	101.50	59.54	34.25	14.26	8.20	4.72
25	256.80	198.95	171.35	132.74	77.87	44.79	18.65	10.73	6.17
50	301.65	233.69	201.27	155.92	91.46	52.62	21.90	12.60	7.25
100	346.16	268.17	230.97	178.93	104.96	60.38	25.14	14.46	8.32

Fuente: Jonathan Ríos/ Juliana Saltos.

GRÁFICO 8. CURVA DE INTENSIDAD Y DURACIÓN



Fuente: Jonathan Ríos/ Juliana Saltos.

3.1.2.9. Diámetro

El diámetro mínimo de los resultados obtenidos para el diseño de alcantarillado de aguas lluvias fue de 250mm y el máximo es de 650mm.

3.1.2.10. Velocidad de diseño

Los numerales 5.2.1.12 y 5.2.1.14 de la norma EX – IEOS recomiendan una velocidad mínima de 0.90 m/s para caudal máximo instantáneo en cualquier época del año.

La velocidad mínima de diseño del proyecto es de 1.43m/s y una velocidad máxima de 4.06 m/s. cumpliendo con lo establecido por la norma.

3.1.2.11. Material de la tubería y Rugosidad

El material de la tubería que se utilizó fue PVC.

Tal como se indicó en el alcantarillado sanitario se trabajó con un coeficiente de rugosidad “n” de 0.009 de acuerdo a las especificaciones del fabricante y que en la actualidad es aprobado por las normas INEN.

3.1.2.12. Pozos de revisión

El diseño de red de alcantarillado pluvial cuenta con 25 pozos de revisión distribuidos en 4 redes colectoras. Sus dimensiones se detallan en el plano DASP-15-38.

3.1.2.13. Sumideros

En el diseño constan 71 sumideros distribuidos en 4 redes colectoras Sus dimensiones se detallan en el plano DASP-15-37.

3.1.3. Cálculo de diseño de tramo A1-A2 de alcantarillado de aguas lluvias.

Datos generales:

Periodo de Retorno = 10 años

Coefficiente de escorrentía = 0.60

Área = 0.94 ha

Longitud = 82.61m

N= 0.009

Intensidad máxima = 131.01 mm/h

- Cálculo del caudal máximo
 $Q=2.78 C_x I_x A$
 $Q=2.78 0.60 \times 131.01 \text{ mm/h} \times 0.94 \text{ ha}$
 $Q=205.41 \text{ l/s}$
- Cálculo de la pendiente.

$$s = \frac{\text{cota inicial} - \text{cota final}}{l} \times 1000$$

$$s = \frac{31.93\text{m} - 31.51\text{m}}{82.61\text{m}} \times 1000$$

$$s = 5.08 \text{ ‰}$$

- Cálculo del diámetro teórico.

$$D \text{ teórico} = 1.548 * \left(\frac{n \times Q_{\text{diseño}}}{1000 \times \left(\frac{s}{1000} \right)^{0.5}} \right)^{0.375}$$

$$D \text{ teórico} = 1.548 * \left(\frac{0.009 \times 205.41 \text{ l/s}}{1000 \times \left(\frac{5.08}{1000} \right)^{0.5}} \right)^{0.375}$$

$$D \text{ teórico} = 0.393m = 393 \text{ mm}$$

Como no existe tubería de diámetro 393mm, se adopta una tubería de diámetro nominal de 440 mm con un diámetro interno de 400 mm valor dado por el fabricante.

- Cálculo de velocidad a tubo lleno.

$$V_o = \frac{1}{N} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_o = \frac{1}{0.009} \times \left(\frac{0.400m}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{5.08}{1000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$V_o = 1.71m/s > 0.90 \text{ m/s} \text{ si cumple con la norma EX – IEOS.}$$

- Cálculo de caudal a tubo lleno.

$$Q = 312 \left(\frac{D^{\frac{8}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n} \right)$$

$$Q = 312 \left(\frac{\frac{400^{\frac{8}{3}}}{1000} \times \frac{5.08^{\frac{1}{2}}}{1000}}{0.009} \right)$$

$$Q = 215 \text{ Lts/seg}$$

- Cálculo de relaciones

$$\text{Caudal} = \frac{Q_{max}}{Q \text{ lleno}}$$

$$caudal = \frac{205.41 \text{ lts/seg}}{215 \text{ lts/seg}}$$

$$caudal = 0.96$$

$$\text{Velocidad } \frac{v}{V \text{ lleno}} = 1.14$$

$$\text{Diámetro } \frac{d}{D \text{ lleno}} = 0.79$$

- Calculo de la velocidad en sección del flujo

$$v = V_0 \times \frac{v}{V \text{ lleno}}$$

$$v = \frac{1.71m}{s} \times 1.14$$

$$v = 1.95 \text{ m/s}$$

La velocidad es mayor que la establecida por la norma INEN.

$$1.95 \text{ m/s} > 0.45 \text{ m/s} \quad \text{Si Cumple}$$

Los cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado pluvial se realizaron en Microsoft Excel verificando cada tramo, haciendo cumplir con las normas indicadas anteriormente. Los resultados se encuentran en la tabla D2 del apéndice D.

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y MANUAL DE INSTALACIÓN DE TUBERIAS PVC

4.1. Especificaciones técnicas de construcción

Para la realización de las diferentes obras sanitarias de las ciudadelas CICA y los Laureles se definen las especificaciones técnicas constructivas según las normas INEN y MTOP, las mismas que han sido elaboradas de acuerdo a los rubros que conforman el diseño del proyecto.

En el caso de que las especificaciones correspondientes a un rubro cualquiera, no cubra el alcance requerido para su ejecución, el Contratista con la aprobación de Fiscalización deberá ejecutarlas de acuerdo a las técnicas y prácticas aceptadas por los organismos profesionales de la ingeniería y del ramo de la construcción en el país.

Todos los materiales solicitados para la ejecución del sistema de alcantarillado de aguas servidas y aguas lluvias deberán ser nuevos y los equipos hallarse en buen estado de operación. Así mismo, los trabajos deberán efectuarse por técnicos y obreros entrenados en su oficio y de acuerdo a la práctica, en lo que a mano de obra se refiere.

Las especificaciones técnicas de construcción y materiales se las encuentran en el apéndice E.

4.2. Manual de instalación de tuberías PVC.

Se definen los procedimientos para instalaciones de tuberías de pvc tal como se especifica en las normas respectivas.

Se presenta de manera general el manual del fabricante de tuberías de plastigama. Ver apéndice E.

5. PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

En este capítulo se presenta el presupuesto referencial y análisis de precios unitarios de cada uno de los rubros a emplearse en el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial para las ciudadelas CICA y Los Laureles.

5.1. Componentes de precios unitarios

Para la obtención del presupuesto es necesario determinar todos los componentes que participan en los costos básicos de una obra.

5.1.1. Costos directos

Los componentes que influyen directamente en la ejecución de una obra son:

Mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

5.1.2. Costos indirectos

Los costos indirectos son todos los gastos que se generan indirectamente en la ejecución de una obra.

TABLA 20. COSTO INDIRECTO

COMPONENTES DEL COSTO INDIRECTO	%
Dirección de obra	5.00%
Administrativos	3.00%
Vehículos y transporte	2.00%
Seguros y Garantías	3.00%
Costos financieros	3.00%
Utilidades	9.00%
% COSTO INDIRECTO	25.00%

Fuente: Jonathan Ríos/ Juliana Saltos.

5.2. COSTOS DE MANO DE OBRA

Los costos de mano de obra fueron proporcionados de los reajustes de salarios mínimos 2015 la Contraloría del Estado dirección de auditoria de proyectos y ambiental.

TABLA 21. COSTOS DE SALARIOS DE MANO DE OBRA

COSTOS DE SALARIOS DE MANO DE OBRA 2015										
N°	DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	SUELDO UNIFICADO	DECIMO TERCER	DECIMO CUARTO	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
1	Residente de obra	B1	412,59	412,59	354	601,56	412,59	6731,82	28,65	3,58
2	Topógrafo	B1	410,82	410,82	354	598,98	410,82	6704,46	28,53	3,57
3	Inspector de Obra	B3	411,53	411,53	354	600,01	411,53	6715,43	28,58	3,57
4	Operador compresor de aire	C1	410,82	410,82	354	598,98	410,82	6704,46	28,53	3,57
5	Operador de bomba	C1	410,82	410,82	354	598,98	410,82	6704,46	28,53	3,57
6	Peón	E2	363,74	363,74	354	530,33	363,74	5976,69	25,43	3,18
7	Albañil	D2	368,48	368,48	354	537,24	368,48	6049,96	25,74	3,22
8	Instalador	D2	368,48	368,48	354	537,24	368,48	6049,96	25,74	3,22
9	Cadenero	D2	368,48	368,48	354	537,24	368,48	6049,96	25,74	3,22
10	Plomero	D2	368,48	368,48	354	537,24	368,48	6049,96	25,74	3,22
11	Carpintero	D2	368,48	368,48	354	537,24	368,48	6049,96	25,74	3,22
12	Operador de equipo liviano	D2	368,48	368,48	354	537,24	368,48	6049,96	25,74	3,22
13	Operador de Retroexcavadora	C2	389,93	389,93	354	568,52	389,93	6381,54	27,16	3,39
14	Mecánico de equipos livianos	C3	374,28	374,28	354	545,7	374,28	6139,62	26,13	3,27

Fuente: Contraloría del Estado dirección de auditoria de proyectos y ambiental.

5.3. Costos de equipos

TABLA 22. COSTOS DE EQUIPOS.

N°	EQUIPOS	COSTO /HORA
1	Estación Total	6,25
2	Equipo de Topografía	4,00
3	Compresor/Soplete	0,8
4	Herramienta menor	0,12
5	Concretará 2 saco	6,00
6	Cortadora de hierro	1,00
7	Soldadora Eléctrica	1,00
8	Vibrador	3,00
9	Retroexcavadora	30,00
10	Motoniveladora	60,00
11	Tanquero 8m3	26,00
12	Volqueta 8m3	20,00
13	Andamio	0,15
14	Plancha vibro apisonadora	3,12
15	Rodillo Compactador	40,00

Fuente: Contraloría del Estado dirección de auditoria de proyectos y ambiental.

5.4. Análisis de precios unitarios

Los análisis de precios unitarios se encuentran en el apéndice G.

5.5. Presupuesto referencial de obra

Proyecto: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL
PARA LAS CIUDADELAS CICA Y LOS LAURELES

Realizado por : Jonathan Ríos Huacón
Juliana Saltos Catuto

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	P. U.	COSTO TOTAL
ALCANTARILLADO SANITARIO				
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Desbroce y limpieza	m2	2,573.62	0.32	823.56
Replanteo y Nivelación	m2	23,500.00	0.22	5,170.00
Excavación de zanja maquina H= 1.00 - 3.00m	m3	2,380.93	3.39	8,071.35
Excavación de zanja maquina H= 3.00 - 6.00m	m3	1,302.73	4.60	5,992.56
Excavación manual de zanja H= 1.00 - 2.00m	m3	72.36	5.33	385.68
Excavación de pozo de revisión H=1.20 hasta 5.50m	m3	243.87	4.60	1,121.80
Encamado de Arena	m3	297.85	26.70	7,952.70
Entibado de madera	m2	4,252.36	16.81	71,482.17
Relleno compactado con material del sitio	m3	2,880.95	3.45	9,939.28
Relleno calificado compactado	m3	8,700.29	10.58	92,049.07
RED DOMICILIAR				
Suministro e Instalación de tuberías de pvc D = 175 mm Di=160mm	ml	2,546.02	8.03	20,444.54
RED PRINCIPAL (COLECTOR)				
Suministro e instalación de tuberías de pvc D = 220 mm Di=200mm	ml	552.30	13.18	7,279.31
CONEXIONES DOMICILIARIAS				
Caja de revisión domiciliaria menor a h=1m Tapa H.A.	u	113.00	184.75	20,876.75
Caja domiciliaria de 1.00 a 1.50 m (.80 x.80) Tapa H.A.	u	19.00	259.75	4,935.25
Caja domiciliaria de 1.50 a 2.00 m (.80 x.80) Tapa de H.A.	u	2.00	380.12	760.24
POZOS				
Pozo de Revisión H= 1,40 -2,00m incluye tapa HF	u	4.00	407.91	1,631.64
Pozo de Revisión H= 2.00-4.00m incluye tapa HF	u	2.00	577.14	1,154.28
Pozo de Revisión H= 4.00-6.00m incluye tapa HF	u	6.00	693.25	4,159.50
ROTURA DE PAVIMENTOS				
Rotura y reposición de asfalto en frío e=0,07m	m2	238.90	47.81	11,421.81
Desalojo de material	m3	17.00	4.09	69.53
ESTACIÓN DE BOMBEO - CARCAMO DE BOMBEO				
Replanteo y Nivelación	m2	30.25	0.22	6.66
Excavación a Maquina	m3	52.50	4.60	241.50
Entibado de madera	m2	77.00	16.81	1,294.37
Replanteo de H.S	m3	0.37	138.31	51.24
Hormigón Simple 280kg/cm2	m3	15.19	237.81	3,611.38
Acero de Refuerzo FY=4200Kg/cm2	kg	2,033.69	2.91	5,918.04
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO				
Bombas sumergibles 1.5 HP	u	2.00	1,562.50	3,125.00
Tablero de control eléctrico	u	1.00	1,500.00	1,500.00
Tecla cap= 1ton	u	2.00	1,562.50	3,125.00
Válvula de compuerta tipo cuchilla B/B DN=4"	u	2.00	825.00	1,650.00
Válvula de retención check DN=4"	u	2.00	537.36	1,074.72
Accesorios en caja de válvulas	Global	1.00	203.33	203.33
Instalación de tubería biax D=110mm	ml	847.50	20.60	17,458.50
Cámara rompe presión	u	1.00	584.97	584.97

CASETA ESTACION DE BOMBEO				
Hormigón ciclópeo	m3	1.56	146.21	228.09
Hormigón simple F'c 210 Kg/cm2	m3	3.11	181.64	564.54
Hormigón F'c 210 Kg/cm2 (losa)	m3	15.49	181.64	2,813.24
Acero de Refuerzo FY=4200Kg/cm2	kg	848.47	2.91	2,469.05
Paredes de bloque e= 10cm	m2	42.23	14.71	621.20
Pilaretos y dinteles	ml	11.40	14.85	169.29
Puerta de hierro de ingreso 0.9x2.1m	u	1.00	146.10	146.10
Ventana de hierro con malla antimosquitos	m2	0.64	75.20	48.13
Pintura general	m2	79.87	4.28	341.84
CERRAMIENTO PERIMETRAL ESTACION BOMBEO				
Cerramiento en malla galv. H = 2m (inc. Postes, Trave y Alambre de púas)	ml	60.00	43.13	2,587.80
Puerta vehicular malla galvanizada inc. Tubo galv. 1-1/2	m2	6.00	45.94	275.64
ALCANTARILLADO PLUVIAL				
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Desbroce y limpieza	m2	2,573.62	0.32	823.56
Replanteo y Nivelación	m2	11,627.00	0.22	2,557.94
Excavación de zanjas (h 1.00 m - h3.00m)	m3	2,783.02	3.39	9,434.44
Excavación de pozo de revisión H=1.20 hasta 2.00m	m3	144.00	3.39	488.16
Encamado de Arena	m3	201.48	26.70	5,379.62
desalojo de material	m3	1,188.44	4.09	4,860.72
sumideros de calzada	u	72.00	239.98	17,278.56
Relleno compactado con material del sitio	m3	1,594.58	3.45	5,501.30
Relleno calificado compactado	m3	878.38	10.58	9,293.31
POZOS				
Pozo de Revisión H= 1,20 -2,00m incluye tapa Hf	u	25.00	407.91	10,197.75
RED PRINCIPAL				
Suministro e instalación de tuberías de pvc d =250mm	ml	574.89	13.52	7,772.51
Suministro e instalación de tuberías de pvc d =280mm	ml	115.60	16.36	1,891.22
Suministro e instalación de tuberías de pvc d =315 mm	ml	117.12	23.88	2,796.83
Suministro e instalación de tuberías de pvc d =400 mm	ml	460.52	39.15	18,029.36
Suministro e instalación de tuberías de pvc d =440 mm	ml	191.41	40.39	7,731.05
Suministro e instalación de tuberías de pvc d =500 mm	ml	343.27	55.58	19,078.95
Suministro e instalación de tuberías de pvc d =540 mm	ml	60.83	62.61	3,808.57
Suministro e instalación de tuberías de pvc d =650 mm	ml	168.14	86.64	14,567.65
muros de alas f'c=280kg/cm2	m3	4.36	237.81	1,036.85
Acero de Refuerzo FY=4200Kg/cm2	kg	97.97	2.91	285.09
				468,644.08

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Introducción

En este capítulo se hará referencia a la evaluación de los impactos ambientales producidos por los diseños de alcantarillado Sanitario y pluvial de las ciudadelas CICA y los Laureles conforme lo dispone la normativa ambiental vigente para preservar un ambiente sano y libre de contaminación.

6.2. Marco legal ambiental

El marco legal ambiental incluye un conjunto de leyes, reglamentos, decretos ejecutivos, acuerdos ministeriales y ordenanzas (ver apéndice c), que se tiene que tener en cuenta para el desarrollo del proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial de las ciudadelas CICA y los Laureles.

6.3. Línea base Ambiental

La línea base se la realiza con el propósito de determinar el medio ambiente en el cual se realiza una descripción y diagnóstico detallado del área de influencia directa e indirecta del proyecto antes de su ejecución, por este motivo se definirán aspectos característicos del sector en relación al medio físico, biótico y socioeconómico del lugar, aspectos fundamentales para determinar las mejores acciones de mitigación para las ciudadelas CICA y los Laureles.

6.3.1. Medio físico

- **Condiciones climatológicas**

Las condiciones climatológicas como precipitaciones anuales, temperatura, humedad relativa, radiación solar y dirección de viento se encuentran descritas en el literal 1.3.2.2 del capítulo I.

- **Recursos Hídricos**

La zona de estudio no cuenta con recursos hídricos, pero en los alrededores se encuentra una cuenca de drenaje natural ubicado al este y al oeste de las ciudadelas CICA y Los Laureles.

- **Suelo**

Para poder establecer las condiciones de excavación donde se cimentaran los elementos de los sistemas de alcantarillado sanitario y Pluvial; tales como, cámaras, colectores estación de bombeo y sumideros se realizaron calicatas en la que se obtuvo como resultado suelos arcillosos de alta plasticidad y limos de baja plasticidad.

6.3.2. Aspectos bióticos

- **Flora**

El área de influencia donde se realizará el proyecto tiene poca actividad humana debido a que en la zona no existe área de recreación ni lugares turísticos, por este motivo la flora que se encontró en las observaciones in situ fueron ornamental, frutal dentro de jardines de las viviendas y maleza en lotes baldíos.

- **Fauna**

Entre la fauna que se observó durante la visita in situ se encontraron: lagartijas, perros, gatos, cerdos y animales perjudiciales para la salud como roedores.

Entre los insectos que se encontraron están: moscas, mosquitos, abejas, hormigas entre otros.

6.3.3. Medio socioeconómico

Los aspectos socio-económicos se describen en el capítulo I literal 1.3.4.

6.4. Determinación del área de influencia

6.4.1. Área de influencia directa

El área de influencia directa del Proyecto son las Ciudadelas CICA y Los laureles del cantón Santa Elena de la Provincia de Santa Elena.

El área de influencia directa no forma parte de los bosques, parques nacionales o áreas protegidas de los definidos por el Estado Ecuatoriano, de acuerdo al Certificado de Intersección, otorgado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador. Debido a las características del proyecto, se considera que los habitantes beneficiarios de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial pueden verse

afectadas positiva o negativamente, en las labores de construcción y operación del proyecto.

6.4.2. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta generada por las operaciones de construcción de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial de las ciudadelas CICA y los Laureles se ha considerado un radio de 200 metros desde el perímetro de la poligonal formada por los límites de las coordenadas geográficas del proyecto.

6.5. Valoración y evaluación de los impactos ambientales de los sistemas de alcantarillado.

La evaluación o valoración de los impactos ambientales toma como referencia las actividades incluidas en el proyecto para construcción y operación de Los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de las ciudadelas CICA y los Laureles del cantón Santa Elena, se ha valorado considerando que su ejecución puede modificar los componentes del ambiente en la zona de estudio y sus áreas de influencia.

A continuación se describen factores ambientales y actividades del proyecto.

TABLA 23. FACTORES AMBIENTALES

Factores ambientales	
aire	ruido
	calidad Aire
Agua	calidad
Suelo	calidad
perceptual	paisaje
medio biótico	flora
	fauna
medio socioeconómico	Empleo
	calidad de vida
	salud
	red de servicios

Fuente: Plan de manejo ambiental de alcantarillado sanitario – comuna San Pedro.

TABLA 24. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Actividades del Proyecto
Replanteo y Nivelación
Limpieza, y desbroce
desalojo
rellenos y compactación de zanjas
Construcción de cajas, pozos de revisión, sumideros.
construcción de estación de bombeo y tubería de impulsión
funcionamiento de las redes de alcantarillado
operación y mantenimiento de conexiones domiciliarias

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

Para la evaluación la Magnitud de los impactos se ha determinado un rango de 1 a 10, se ha clasificado Las características de los impactos de acuerdo a la tabla 25

TABLA 25. VALORACIÓN CARACTERÍSTICAS DE IMPACTOS.

valores de características de los impactos		
Naturaleza	Positivo	1
	negativo	-1
Duración	temporal	1
	permanente	2
Reversibilidad	a corto plazo	1
	a largo plazo	2
Probabilidad	poco probable	0,10
	probable	0,50
	cierto	1
Intensidad	baja	1
	media	2
	alta	3
Extensión	puntual	1
	local	2
	regional	3

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

La valoración de los impactos se la realizo de la siguiente manera:

$$M = S * P (D + RV + IN + EX)$$

Dónde:

M = Magnitud

RV = Reversibilidad

S = Naturaleza

IN = Intensidad

P = Probabilidad

EX = Extensión

D = Duración

Cálculo de valoración:

Los cálculos de la magnitud de los factores ambientales se muestran en la tabla 26 y los resultados obtenidos se encuentran en la tabla 30 de la matriz de caracterización de impactos.

TABLA 26. CÁLCULO DE MAGNITUD DE FACTORES AMBIENTALES

FACTOR A.	S	D	RV	P	IN	EX	M = S*P (D+RV+IN+EX)
Limpieza, y desbroce							
(A)	-1	1	1	1	1	1	-4
(B)	-1	1	1	1	2	1	-5
(D)	-1	1	1	0,5	1	1	-2
(E)	-1	1	1	1	1	1	-4
(F)	-1	1	2	1	1	1	-5
Excavaciones							
(A)	-1	1	1	1	3	2	-7
(B)	-1	1	1	1	2	2	-6
(C)	-1	1	1	0,5	1	1	-2
(D)	-1	1	1	1	2	1	-5
(E)	-1	1	1	0,5	1	1	-2
(F)	-1	1	1	0,1	1	1	-0,4
(H)	1	1	1	1	2	2	6
(J)	-1	1	1	1	3	2	-7
Desalojo							
(A)	-1	1	1	1	1	1	-4
(B)	-1	1	1	1	2	1	-5
rellenos y compactación de zanjas							
(A)	-1	1	1	0,5	1	1	-2
(B)	-1	1	1	0,5	1	1	-2
(D)	-1	1	1	0,5	1	2	-2,5
(H)	1	1	1	0,5	2	1	2,5
Construcción de cajas, pozos de revisión, sumideros.							
(A)	-1	1	1	1	2	2	-6
(F)	-1	1	2	1	2	2	-7
(H)	1	1	1	1	2	2	6
construcción de estación de bombeo							
(A)	-1	1	1	1	2	2	-6
(B)	-1	1	1	1	1	1	-4
(C)	-1	1	1	1	1	1	-4
(D)	-1	1	1	1	1	1	-4
(E)	-1	1	1	1	1	1	-4
(F)	-1	1	2	1	3	2	-8
(G)	-1	2	2	1	2	2	-8
(H)	1	1	1	1	2	2	6
(I)	1	1	1	1	2	2	6
(J)	1	1	1	1	2	2	6
funcionamiento de las redes de alcantarillado							
(A)	-1	1	2	0,5	1	2	-3
(B)	-1	1	1	0,5	1	2	-2,5
(I)	1	2	2	1	2	2	8
(J)	1	2	2	1	2	2	8
Pruebas de infiltración							
(A)	-1	1	1	1	2	2	-6
(F)	-1	1	1	1	1	1	-4
(G)	-1	1	1	1	1	1	-4
(H)	1	1	1	1	2	2	6

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

6.5.1. Evaluación y valoración de impactos

La valoración de los factores ambientales se realizó según su importancia relativa dentro del área de estudio de los proyectos de alcantarillados Sanitario y Pluvial.

TABLA 27. VALOR DE IMPACTOS SEGÚN SU IMPORTANCIA

Valoración de 1 a 10		
Factores ambientales		Valoración (IR)
aire	ruido	8
	calidad Aire	8
Agua	uso del recurso	6
Suelo	calidad	8
perceptual	paisaje	6
medio biótico	flora	8
	fauna	8
medio socioeconómico	Empleo	7
	calidad de vida	8
	salud	8

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

La fórmula para el cálculo de la valoración de impacto es:

$$V = M * IR$$

Dónde:

V= valoración de impactos, M = magnitud, Ir = Importancia Relativa.

Para obtener la matriz de valoración se utilizó la tabla 27. y la tabla 30.

Los resultados del cálculo de valoración se encuentran en la tabla 31. de la matriz de valoración de impactos.

Una vez obtenidos los cálculos de la matriz de valoración de impactos de la tabla 31. Se procede a la realizar la matriz de evaluación de impactos utilizando la tabla 28 de significancia.

La matriz de evaluación demuestra la significancia de cada impacto en relación a la actividad por cada componente ambiental. Los resultados se encuentran en la tabla 32.

TABLA 28. SIGNIFICANCIA

Nomenclatura	Rango	Significancia
NS	0 – 20	No significativo
PS	21 – 40	Poco significativo
MDS	41 – 60	Medianamente significativo
S	61 – 80	Significativo
MS	81 – 100	Muy significativo

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

TABLA 29.MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

SISTEMAS DE ALCANTALLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LAS CIUDADELAS CICA Y LOS LAURELES.										
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FÍSICO					MEDIO		MEDIO		
	AIRE		AGUA	SUELO	PERCEPTUAL	BIOTICO		SOCIOECONÓMICO		
	Ruido (A)	Calidad Aire (B)	Uso del recurso (C)	Calidad (D)	Paisaje (E)	flora (F)	fauna (G)	Empleo (H)	Calidad de vida (I)	Salud (J)
Replanteo y nivelación										
Limpieza, y desbroce	X	X		X	X	X				
Excavaciones	X	X	X	X	X	X		X		X
desalojo	X	X								
rellenos y compactación de zanjas	X	X		X				X		
Construcción de cajas, pozos de revisión, sumideros.	X					X		X		
construcción de estación de bombeo y tuberías de impulsión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
funcionamiento de las redes de alcantarillado	X	X							X	X
Pruebas de infiltración	X					X	X	X		

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

TABLA 30. MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

SISTEMAS DE ALCANTALLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LAS CIUDADELAS CICA Y LOS LAURELES.										
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FISICO					MEDIO		MEDIO		
	AIRE		AGUA	SUELO	PERCEPTUAL	BIOTICO		SOCIOECONÓMICO		
	Ruido (A)	Calidad Aire (B)	uso del recurso (C)	Calidad (D)	Paisaje (E)	flora (F)	fauna (G)	Empleo (H)	Calidad de vida (I)	Salud (J)
Actividades del Proyecto										
Replanteo y nivelación										
Limpieza, y desbroce	-4	-5		-2	-4	-5				
Excavaciones	-7	-6	-2	-5	-2	-0,4		6		-7
Desalojo	-4	-5								
rellenos y compactación de zanjas	-2	-2		-2,5				2,5		
Construcción de cajas, pozos de revisión, sumideros.	-6					-7		7		
construcción de estación de bombeo y tuberías de impulsión	-6	-4	-4	-4	-4	-8	-8	7	6	6
funcionamiento de las redes de alcantarillado	-3	-2,5							8	8
Pruebas de infiltración	-6					-4	-4	7		

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

TABLA 31. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

SISTEMAS DE ALCANTALLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LAS CIUDADELAS CICA Y LOS LAURELES.											
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FÍSICO					MEDIO		MEDIO			TOTAL POR ACTIVIDAD
	AIRE		AGUA	SUELO	PERCEPTUAL	BIOTICO		SOCIOECONÓMICO			
	ruido (A)	calidad Aire (B)	uso del recurso (C)	calidad (D)	Paisaje (E)	flora (F)	fauna (G)	Empleo (H)	calidad de vida (I)	salud (J)	
Actividades del Proyecto											
Replanteo y nivelación											0
Limpieza, y desbroce	-32	-40		-16	-24	-40					-152
Excavaciones	-56	-48	-12	-40	-12	-3,2		42		-56	-185,2
desalojo	-32	-40									-72
rellenos y compactación de zanjas	-16	-16		-20				17,5			-34,5
Construcción de cajas, pozos de revisión, sumideros.	-48					-56		42			-62
construcción de estación de bombeo y tuberías de impulsión	-48	-32	-24	-32	-24	-64	-64	42	48	54	-144
funcionamiento de las redes de alcantarillado	-24	-20							64	64	84
Pruebas de infiltración	-48					-32	-32	42			-70
TOTAL POR FACTORES	-304	-196	-36	-108	-60	-195,2	-96	185,5	112	62	-635,7
% de afectación por factor	-38	-32.66	-18	-27	-20	-39.04	-48	37.1	56	20.67	

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

TABLA 32. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

SISTEMAS DE ALCANTALLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LAS CIUDADELAS CICA Y LOS LAURELES.										
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FISICO					MEDIO		MEDIO		
	AIRE		AGUA	SUELO	PERCEPTUAL	BIOTICO		SOCIOECONÓMICO		
	ruido (A)	calidad Aire (B)	uso del recurso (C)	calidad (D)	Paisaje (E)	flora (F)	fauna (G)	Empleo (H)	calidad de vida (I)	salud (J)
Actividades del Proyecto										
Replanteo y nivelación										
Limpieza, y desbroce	-PS	-PS		-NS	-PS	-PS				
Excavaciones	-MDS	-MDS	-NS	-PS	-NS	-NS		MDS		-S
Desalojo	-PS	-PS								
Rellenos y compactación de zanjas	-NS	-NS		-NS				NS		
Construcción de cajas, pozos de revisión, sumideros.	-MDS					-MDS		MDS		
Construcción de estación de bombeo y tuberías de impulsión	-MDS	-PS	-PS	-PS	-PS	-S	-S	MDS	MDS	S
Construcción y funcionamiento de las redes de alcantarillado	-PS	-NS							S	S
Pruebas de infiltración	-MDS					-PS	-PS	MDS		

Fuente: Jonathan Ríos - Juliana Saltos

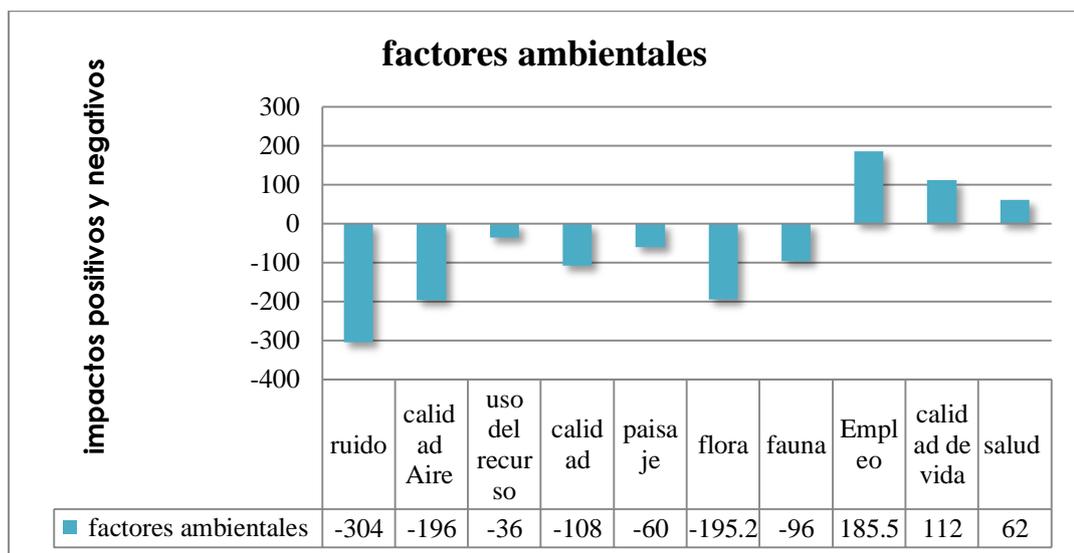
6.5.2. Análisis de los resultados de la Matriz

Después de culminar el análisis de valoración de los impactos, el máximo valor de afectación negativa al medio (factores) por las actividades del proyecto sería de – 4000 (40 interacciones*-100 unidades) cuando todos los impactos presentan las características más adversas; de esto, el valor resultante para el proyecto en análisis es de -635.7 lo que resulta un impacto negativo de -15.89%.

Del total de factores analizados, el 75.00 % presentan impactos de carácter negativos y un 25.00 % reflejan impactos positivos.

En la gráfica siguiente se puede apreciar todos los factores ambientales que generan un impacto ya sea positivo o negativo en el proyecto.

GRÁFICO 9. FACTORES AMBIENTALES



Fuente: Jonathan Ríos / Juliana Saltos

Se concluye que el proyecto es viable, que todos los factores negativos son a corto plazo y se pueden tomar medidas preventivas para minimizar los riesgos ambientales.

6.5.2.1. Impactos positivos generados por la ejecución del proyecto

Se conoce que toda obra de infraestructura de Saneamiento Ambiental, origina grandes cambios en beneficio de los usuarios, entre los que se puede mencionar a los siguientes:

- Durante el proceso de construcción se generan fuentes de trabajo para los habitantes de las ciudadelas CICA y los Laureles.
- Mejoramiento de las prácticas de hábito e higiene de la población mejorando su calidad de vida.
- Reducción de enfermedades especialmente en niños por el adecuado evacuó de aguas lluvias y servidas.
- La existencia de los sistemas de alcantarillado sanitario y Pluvial elevarán los costos de los terrenos de la zona.

6.5.2.2. Impactos negativos generados por la ejecución del proyecto.

La construcción y la presencia de este tipo de obras generan impactos negativos que pueden ser mitigados, entre los más importantes se tiene:

- Incremento de ruido por las excavaciones, construcción de cajas, pozos de revisión, sumideros etc.
- La calidad del aire también se ve afectada por la dispersión y transporte de partículas generados por las excavaciones, desalojos.

6.6. Plan de manejo ambiental

El plan de Manejo ambiental tiene como objetivo minimizar los impactos negativos sobre los componentes físico, biótico y socio – económico cultural debidos a la construcción y operación de los sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, por este motivo se efectuarán medidas preventivas, controladas y óptimas para evitar la contaminación de los recursos aire, agua y suelo, que permitan minimizar los riesgos ambientales que se podrían generar por las diversas actividades que se lleven a cabo en las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto.

Plan de prevención y mitigación de impactos

TABLA 33. MANEJO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Aspecto Ambiental					
Impacto	Medida Propuesta	Efecto esperado	Responsable	Plazo	Descripción de la medida:
Contaminación del aire, problemas de enfermedades respiratorias.	humedecimiento periódico de calles y excavaciones con señalización para control de polvo y gases	Disminuir la concentración de polvo en el aire ambiente.	Contratista y fiscalizador de la obra.	Deberá ser de acción inmediata y de aplicación continua mientras se de la obra	Se debe controlar el polvo en la etapa de construcción, especialmente en la época de verano, humedeciendo las calles donde se realice la obra.
	Controlar el polvo en sitios de acopio de materiales, sitios de depósito de escombros	Disminuir la concentración de material particulado en el aire.	Contratista y fiscalizador de la obra.	Deberá ser de acción inmediata y de aplicación continua mientras se de la obra	Se debe controlar el polvo en los centros de acopio del material, escombros y otros, mediante humidificación de los terrenos o cobertura de plástico
	Controlar en el transporte de materiales que los vehículos mantengan colocadas las lonas	Disminuir la concentración de material particulado en el aire.	Contratista y fiscalizador de la obra.	Deberá ser de acción inmediata y de aplicación continua mientras se de la obra	El contratista de la obra debe comunicar y controlar que los choferes de los vehículos que realicen el transporte de materiales siempre lleven colocadas las lonas

Fuente: Jonathan Ríos / Juliana Saltos

TABLA 34. MANEJO DE LA CALIDAD DEL SUELO

Aspecto Ambiental : presencia de escombros					
Impacto	Medida Propuesta	Efecto esperado	Responsable	Plazo	Descripción de la medida:
Contaminación del suelo, impacto visual	Realizar la limpieza adecuada de los escombros	Controlar la contaminación de los suelos y riesgos físicos.	Contratista y fiscalizador de la obra.	Deberá ser de acción inmediata y de aplicación continua mientras se realice la obra	Todos los materiales producto de movimientos de tierra (limpieza, desbroce y excavaciones) serán desalojados de la zona del proyecto y ubicados en una zona previamente determinada
	Delimitar un sitio para acumulación de material reutilizable en la obra y utilización de concretaras.	Controlar la contaminación del suelo, aire, agua y riesgos físicos.	Contratista y fiscalizador de la obra.	Deberá ser de acción inmediata y de aplicación continua mientras se de la obra	El material del suelo reutilizable en la misma obra, será acumulado temporalmente en un sitio que no afecten las otras actividades constructivas.

Fuente: Jonathan Ríos / Juliana Saltos

Manejo emisiones de ruido

Se considera que en la etapa de construcción del proyecto se generan altos niveles de ruido por la utilización de maquinarias.

TABLA 35. MANEJO EMISIONES DE RUIDO

Aspecto Ambiental : los niveles de ruido sobrepasen la normativa					
Impacto	Medida Propuesta	Efecto esperado	Responsable	Plazo	Descripción de la medida:
Impacto a la salud	Elegir maquinarias silenciosas y dotar de equipo de protección.	Disminuir los niveles de ruido en las diferentes zonas de trabajo.	Contratista y fiscalizador de la obra.	Deberá ser de acción inmediata y de aplicación continua mientras se realice la obra.	Se debe de dotar de equipos de protección auditiva al personal que labora con las maquinarias que generan ruido superior a 80 db.
	Trabajos de excavación se realizarán durante el día	Se disminuirá los niveles de ruido y las posibilidades de afectación auditiva de las personas expuestas.	Contratista y fiscalizador de la obra.	Deberá ser de acción inmediata y de aplicación continua mientras se de la obra.	Se recomienda que los trabajos de excavación no se realicen en la noche para no interferir en las horas de descanso de la población, se tratará también de evitar que el ruido de la maquinaria operando durante tiempos prolongados afecte a la población aledaña.

Fuente: Jonathan Ríos / Juliana Saltos

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- La construcción del sistema de alcantarillado sanitario se incorporará a la red de alcantarillado existente; mientras que la evacuación de las aguas lluvias se dirigirán hacia los drenajes naturales cercanos al área de estudio.
- El proyecto beneficiará en la actualidad a 122 habitantes y una población futura de 1500 habitantes a 20 años. El área estudiada es de 8.8 hectáreas, en la cual se realizó el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico.
- Con la construcción del Proyecto se mejorará la estética de las ciudadelas CICA y los Laureles, eliminando múltiples focos de infección y reduciendo el riesgo de contraer enfermedades.
- En el estudio de impacto ambiental se identificó y evaluó el impacto producido por la construcción del alcantarillado sanitario y pluvial, en el que se concluye que el proyecto es viable debido a que todos los factores negativos son a corto plazo y se pueden tomar medidas preventivas y correctivas para minimizar los riesgos ambientales.

7.2. Recomendaciones

- Los datos de zonificación para el cálculo de las intensidades máximas fueron proporcionadas por el INAMHI, estos se basan en estudios de 1999. Se recomienda actualizar el mapa de zonificación debido a que las precipitaciones han variado en los últimos años.
- El presupuesto referencial se lo realizó con costos del 2015, por lo que se recomienda revisar el presupuesto previo a la ejecución del proyecto.

- En la etapa de construcción de los sistemas de alcantarillado de las ciudadelas CICA y los Laureles se deben considerar todas las medidas de mitigación para minimizar los impactos negativos y evitar riesgos de salud a la población y sus alrededores.
- Fomentar charlas de educación a los habitantes de las ciudadelas para realizar un manejo adecuado de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial con el fin de evitar las obstrucciones y colapso de las mismas.

Bibliografía

- Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (I.E.O.S) Normas tentativas para el Diseño de Abastecimiento de agua potable y sistemas de alcantarillados urbanos y rurales.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE).
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (INEN).
- Elementos de Diseño para acueductos y alcantarillados. – Ricardo Alfredo López Cualla.
- Sistema de alcantarillado pluvial (Tesis) <http://repo.uta.edu.ec>.
- Guía para el diseño hidráulico de redes de alcantarillado http://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/GuiaDisenoHidraulicoRedesAlcantarillado.pdf.
- Diseño de alcantarillado de alta tecnología. (Plastigama).2008
- Abastecimiento de agua y alcantarillado Terence J Mcghee.
- Hidráulica de tuberías. Juan G. Saldarriaga V. 1998
- Anuario Meteorológico, INAMHI <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- Texto unificado de la legislación ambiental secundaria TULAS.