

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA) DE LA
CIUDAD DE GUAYAQUIL

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Eduardo Andrés Elao Baidal

Roger Ezequiel Miranda Guale

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

Este logro va dedicado en primer lugar a Dios, por brindarme salud para llegar a este punto, y bendecirme día a día.

A mi papá, quien a diario se esforzó por brindarme lo mejor de sí, ser un ejemplo para mí y velar que no me falte nada. A mi mamá, quien a pesar de las circunstancias, nunca se alejó de mí y me brindó su total apoyo, velando siempre por mi bienestar. Esta es una pequeña retribución de tanto que me han dado. A mi hermano, que le sirva de inspiración para afrontar la etapa de vida que está a punto de empezar.

Finalmente va dedicada para mí, el fruto de un sacrificio de seis años, con altos y bajos, pero sin perder la fe.

Eduardo Elao

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado primordialmente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis Padres quienes con su amor, guía y paciencia han sido el pilar fundamental a lo largo de toda mi carrera universitaria.

Roger Miranda

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por permitirme alcanzar un logro tan importante. A mi familia, que me apoyó siempre en todas mis necesidades. A mi papá, mi mamá y mi hermano, pilares fundamentales en mi desarrollo personal y profesional, sin el respaldo de ellos nada de esto hubiera sido posible.

A mis maestros, compañeros y amigos que he conocido a lo largo de este periodo y que de una u otra forma han contribuido a mi desarrollo profesional.

A la Ing. Alexandra Camacho, tutora general, quien colaboró de forma notable a la elaboración del proyecto.

A mi compañero de tesis y amigo Roger Miranda, por la paciencia, sacrificio y el gran aporte brindado en la realización de este proyecto.

Finalmente, agradecer a mi persona especial, quien apareció en el momento exacto a llenarme de felicidad y a ayudarme a mejorar en muchos aspectos. Además, colaboró de forma desinteresada a la culminación de este proyecto.

Eduardo Elao

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a cada uno de los docentes que me han visto crecer como estudiante universitario, por inculcarme como debe ser un profesional de excelencia. También doy gracias por la amistad brindada a cada uno de los compañeros que hice a lo largo de la carrera, muchos de los cuales siempre estarán presente en mi memoria.

Roger Miranda

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Eduardo Andrés Elao Baidal, Roger Ezequiel Miranda Guale*; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Eduardo Elao

Roger Miranda

EVALUADORES

.....
Miguel Ángel Chávez

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Mélida Alexandra Camacho

PROFESORA TUTORA GENERAL

.....
Eduardo Santos Baquerizo

PROFESOR TUTOR PRESUPUESTO

.....
Luis De Grau Vidal

PROFESOR TUTOR AMBIENTAL

RESUMEN

El proyecto integrador tiene lugar en la Escuela de Infantería Aérea de la ciudad de Guayaquil, la cual presenta inconvenientes en el funcionamiento de su sistema de alcantarillado sanitario, debido a los colapsos que se producen en los pozos de inspección de la red, los que a su vez provocan malos olores. Estos problemas se agudizan en temporada invernal, más aún cuando las altas precipitaciones coinciden con el incremento del nivel de agua del Río Daule, ubicado junto a la misma.

Se planea evaluar las condiciones en las que se encuentra la red, para así poder emitir un diagnóstico adecuado acerca de la situación actual, y finalmente proponer una solución viable en cuanto a condiciones presupuestarias y ambientales.

Se han contemplado dos posibles soluciones. La primera es diseñar una red de alcantarillado sanitario completamente nueva, mientras que la segunda es rediseñar la que actualmente existe en la base. Mediante el análisis a fondo de la situación actual, se podrá establecer la solución más apropiada.

La red de aguas servidas que se implemente en la Escuela de Infantería Aérea será diseñada bajo los parámetros que rige la normativa vigente de Interagua, y brindará un funcionamiento eficiente, por 25 años, su tiempo de vida útil.

Es importante indicar que el proyecto abarca exclusivamente el diseño del sistema de alcantarillado residual.

Palabras Clave: Sistema de alcantarillado residual, parámetros, rediseño, análisis, colapso.

ABSTRACT

The project takes place in the “Escuela de Infanteria” of the city of Guayaquil, which presents problems in the operation of its sanitary sewer system, due to the collapses that occur in the inspection wells of the network, causing bad odors. These problems are exacerbated on the winter season, especially when the high rainfall coincides with the increase of the water level of the Daule River, located next to it.

It is planned to evaluate the conditions which the network is located, in order to be able to issue an adequate diagnosis about the current situation, and finally propose a viable solution regarding economic and environmental conditions.

Two possible solutions have been contemplated. The first is to design a completely new sanitary sewer network, while the second is to redesign what currently exists in the base. Through a depth analysis of the current situation, the most appropriate solution can be established.

The sewage network will be designed under the parameters that govern the current Interagua regulations, and will provide an efficient operation, for 25 years, its useful life time.

It is important to indicate that the project covers exclusively the design of the residual sewage system.

Keywords: *Residual sewage system, parameters, redesign, analysis, collapse.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE GENERAL	3
ABREVIATURAS	5
SIMBOLOGÍA.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE PLANOS.....	15
CAPÍTULO 1	16
1. Introducción	16
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Marco teórico	4
CAPÍTULO 2.....	17
2. Metodología	17
CAPÍTULO 3.....	55
3. Resultados Y ANÁLISIS.....	55
CAPÍTULO 4	68
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
4.1 CONCLUSIONES.....	68
4.2 RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
CAPÍTULO 5.....	72

5. APÉNDICES	72
5.1 REGULARIZACIÓN AMBIENTAL	72
5.2 PRESUPUESTO	85
5.3 ANEXOS	150

ABREVIATURAS

EPP: Equipo de protección personal.

EIA: Escuela de Infantería Aérea.

Ha: Hectáreas.

CO₂: Dióxido de carbono.

SUIA: Sistema Único de Información Ambiental.

NEC: Norma Ecuatoriana de Construcción.

SENAGUA: Secretaría del Agua.

SIMBOLOGÍA

L/s	Litros por segundo
m	Metros
m ²	Metros Cuadrados
m ³	Metros Cúbicos
Ha	Hectáreas
Hab	Habitantes
N	Newton
S	Pendiente
Q	Caudal.
Qmax	Caudal máximo.
m ² /s	Metros cuadrados por segundo.
mm	Milímetro
PVC	Policloruro de vinilo
∅	Diámetro
CP	Caja de la red principal.
CS	Caja de la red secundaria.
CT	Caja de la red terciaria
UTM	Universal Transversal Mercator.
E	Este.
N	Norte.
l/hab/día	Litros por habitante por día.
N	Coeficiente de Manning

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación de la Escuela de Infantería Aérea.	2
Figura 1.2 Esquema de una red de Alcantarillado Convencional.	6
Figura 2.1 Levantamiento de información en la EIA	17
Figura 2.2 Trampa de grasa. (Comedor)	25
Figura 2.3 Trampa de grasa. (Comedor)	25
Figura 2.4 Trampa de Grasa. (Lubricadora)	26
Figura 3.1 Perfil de la red Principal.	57
Figura 3.2 Red Principal Actual vs Red Principal Rediseñada.	58
Figura 3.3 Perfil del ramal RSA	59
Figura 3.4 Perfil del ramal RSF.	60
Figura 3.5 Perfil del ramal RSD.	61
Figura 3.6 Perfil del ramal RSI.	62
Figura 5.1 Categorización Ambiental.	72
Figura 5.2 Desechos peligrosos provenientes de la Lubricadora.	80
Figura 5.3 Contaminación del suelo debido a desechos peligrosos.	81
Figura 5.4 Utilización correcta de la maquinaria.	82
Figura 5.5 Utilización de guantes, mascarillas y casco en la zona de trabajo	82
Figura 5.6 Letrero preventivo de uso de equipos de protección personal	82
Figura 5.7 Señalización de seguridad.	121
Figura 5.8 Rotura de carpeta de hormigón asfáltico	122
Figura 5.9 Rotura de losa de hormigón hidráulico	122
Figura 5.10 Levantado y almacenamiento de adoquín	123
Figura 5.11 Desalojo de material	124
Figura 5.12 Replanteo de Cámaras	125
Figura 5.13 Replanteo de tuberías $\Phi = 200$ mm	126
Figura 5.14 Excavación para tuberías $\Phi = 200$ mm	127
Figura 5.15 Instalación de tuberías $\Phi = 200$ mm	128
Figura 5.16 Relleno compactado Tubería $\Phi = 200$ mm	129
Figura 5.17 Excavación de cámaras	130
Figura 5.18 Construcción de cámaras $\phi=1,3$ m; $H < 4$ m	131
Figura 5.19 Relleno para cámaras	132
Figura 5.20 Replantillo y recubrimiento con arena para tuberías principales	133

Figura 5.21 Desalojo de material red principal.....	135
Figura 5.22 Replanteo de Cajas 70 x 70 cm.....	136
Figura 5.23 Replanteo de tuberías $\Phi = 160$ mm.....	137
Figura 5.24 Excavación para tuberías $\Phi = 160$ mm.....	138
Figura 5.25 Instalación de tuberías $\Phi = 160$ mm.....	139
Figura 5.26 Relleno compactado Tubería $\Phi = 160$ mm.....	140
Figura 5.27 Excavación de cajas 70 x 70 cm.....	141
Figura 5.28 Construcción de cajas 70 x 70 cm.....	141
Figura 5.29 Relleno para cajas 70 x 70 cm.....	142
Figura 5.30 Replantillo y recubrimiento con arena para tuberías secundarias ...	143
Figura 5.31 Desalojo de material red secundaria.....	145
Figura 5.32 Reposición de carpeta asfáltica.....	145
Figura 5.33 Reposición de losa de hormigón hidráulico.....	146
Figura 5.34 Reposición de material base.....	147
Figura 5.35 Reposición de material subbase.....	148
Figura 5.36 Reposición de adoquín (Incluye adoquín existente).....	149
Figura 5.37 Vista del fondo de la cámara CP1.....	150
Figura 5.38 Vista de Tuberías de cámara CP1.....	150
Figura 5.39 Presencia de basura en tuberías de la cámara CP2.....	151
Figura 5.40 Vista del fondo de la cámara CP2.....	151
Figura 5.41 Vista de la tubería de la cámara CP3.....	152
Figura 5.42 Vista del fondo de la cámara CP3.....	152
Figura 5.43 Vista del fondo de la cámara CP4 y de tuberías provenientes de la lubricadora.....	153
Figura 5.44 Vista del fondo de la cámara CP4 y de tuberías provenientes de la lavandería.....	153
Figura 5.45 Vista de la tubería de la cámara CP5 que transporta el fluido a la siguiente cámara.....	154
Figura 5.46 Vista de las tuberías que aportan caudal a la cámara CP5.....	154
Figura 5.47 Vista exterior de la cámara CP6.....	155
Figura 5.48 Cámara CP7 cubierta de hormigón asfáltico.....	156
Figura 5.49 Visualización parcial de la cámara CP7.....	156
Figura 5.50 Vista externa de la cámara CP8, no se pudo abrir.....	157
Figura 5.51 Vista externa de la cámara CP9, no se pudo abrir.....	158

Figura 5.52	La cámara CP9 receipt caudales provenientes del baño.....	158
Figura 5.53	Vista externa de la cámara CP10, no se pudo abrir..	159
Figura 5.54	La cámara CP10 se encuentra sellada.	159
Figura 5.55	Vista de las tuberías de la cámara CP11.....	160
Figura 5.56	Vista del fondo de la cámara CP11.....	160
Figura 5.57	Vista del fondo de la cámara CP12.....	161
Figura 5.58	Vista de las tuberías de la cámara CP12.....	161
Figura 5.59	Vista exterior de la cámara CP13, no se pudo abrir.....	162
Figura 5.60	Vista exterior de la cámara CP14, no se pudo abrir.....	163
Figura 5.61	Tapa de la cámara CP14.....	163
Figura 5.62	Vista en Planta de la caja RSB1.....	164
Figura 5.63	Vista en Planta de la caja RSB2.....	164
Figura 5.64	Vista en Planta de la caja RSB3.....	165
Figura 5.65	Caja RSC1 Colapsada.	165
Figura 5.66	Vista exterior de la caja RSD1.	166
Figura 5.67	Vista en Planta de la caja RSD3.....	166
Figura 5.68	Vista en Planta de la caja RSD6.....	167
Figura 5.69	Vista en Planta de la caja RSD7.....	167
Figura 5.70	Vista en Planta de la caja RSD8.....	168
Figura 5.71	Vista en Planta de la caja RSG1.....	168
Figura 5.72	Vista en Planta de la caja RSG2.....	169
Figura 5.73	Vista en Planta de la caja RSH1	169
Figura 5.74	Vista en Planta de la caja RSI1	170
Figura 5.75	Vista en Planta de la caja RSI2	170
Figura 5.76	Vista en Planta de la caja RSI3	171
Figura 5.77	Vista de tubería colapsada de la caja RSI3.....	171
Figura 5.78	Vista en Planta de la caja RSJ4	172
Figura 5.79	Vista en Planta de la caja RSJ5	172
Figura 5.80	Vista en Planta de la caja RSJ6	173
Figura 5.81	Vista en Planta de la caja RSJ8	173
Figura 5.82	Vista en Planta de la caja RSL1	174
Figura 5.82	Vista en Planta de la caja RTA4.....	175
Figura 5.83	Vista en Planta de la caja RTA5.....	175
Figura 5.84	Vista exterior de la caja RTA5.....	176

Figura 5.85 Vista en Planta de la caja RTA6	176
Figura 5.86 Vista en Planta de la caja RTA7	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Periodos de Diseño para diferentes Obras Hidráulicas.	7
Tabla 1.2 Dotación de agua potable	8
Tabla 1.3 Dotación Media Futura	9
Tabla 1.4 Caudal de Infiltración	11
Tabla 1.5 Coeficiente de Manning	11
Tabla 1.6 Diámetros Mínimos de tuberías.	12
Tabla 1.7 Velocidad Máxima en tuberías según tipo de material	13
Tabla 1.8 Pendiente mínima de tubería	14
Tabla 1.9 Distancia máxima entre cámaras de inspección.	15
Tabla 1.10 Excavaciones en Calzada	15
Tabla 1.11 Excavaciones en acera o calle peatonal	15
Tabla 2.1 Cámaras de la Red Principal.	19
Tabla 2.2 Cajas de la Red Secundaria	20
<i>Tabla 2.3 Cajas de la Red Terciaria.</i>	24
Tabla 2.4 Dotación Calculada	27
Tabla 2.5 Caudales aportantes a la Red Principal Actual	28
Tabla 2.6 Caudal de Diseño de la Red Principal Actual	29
Tabla 2.7 Condiciones de Pendiente y de Q/Q_o en la Red Principal Actual.	30
Tabla 2.8 Condiciones de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en la Red Principal Actual.	31
Tabla 2.9 Cotas de las Cámaras de la Red Principal Actual	32
Tabla 2.10 Pendientes de las tuberías Actuales.	33
Tabla 2.11 Caudales Aportantes a la Nueva Red Principal.	35
Tabla 2.12 Caudal de Diseño de la Nueva Red Principal	36
Tabla 2.13 Coeficientes de Pendiente y de Q/Q_o en la Nueva Red Principal	37
Tabla 2.14 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en la Nueva Red Principal.	38
Tabla 2.15 Cotas de las Cámaras de la Nueva Red Principal	39
Tabla 2.16 Volúmenes de Excavación y Relleno para las Cámaras de la Nueva Red Principal	40
Tabla 2.17 Caudales Aportantes al ramal RSA	42
Tabla 2.18 Caudal de Diseño del ramal RSA.	42

Tabla 2.19 Coeficientes de Pendiente y de Q/Q_o en ramal RSA.	43
Tabla 2.20 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en el ramal RSA.	43
Tabla 2.21 Cotas de las cámaras del ramal RSA.	44
Tabla 2.22 Volúmenes de Excavación y Relleno para las cámaras del ramal RSA.	44
Tabla 2.23 Caudales Aportantes al ramal RSF.	45
Tabla 2.24 Caudal de Diseño del ramal RSF.	45
Tabla 2.25 Coeficientes de Pendiente y de Q//Q_o en ramal RSF.	46
Tabla 2.26 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en el ramal RSF.	46
Tabla 2.27 Cotas de las cámaras del ramal RSF.	47
Tabla 2.28 Volúmenes de Excavación y Relleno para las cámaras del ramal RSF.	47
Tabla 2.29 Caudales Aportantes al ramal RSD.	48
Tabla 2.30 Caudal de Diseño del ramal RSD.	48
Tabla 2.31 Coeficientes de Pendiente y de Q/Q_o en ramal RSD.	49
Tabla 2.32 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en el ramal RSD.	49
Tabla 2.33 Cotas de las cámaras del ramal RSD.	50
Tabla 2.34 Volúmenes de Excavación y Relleno para las cámaras del ramal RSD.	50
Tabla 2.35 Caudales Aportantes al ramal RSI.	51
Tabla 2.36 Caudal de Diseño del ramal RSD.	51
Tabla 2.37 Coeficientes de Pendiente y de Q/Q_o en el ramal RSI.	52
Tabla 2.38 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en el ramal RSI.	52
Tabla 2.39 Cotas de las cámaras del ramal RSI.	53
Tabla 2.40 Volúmenes de Excavación y Relleno para las cámaras del ramal RSI.	53
Tabla 3.1 Cámaras de la Red Principal Rediseñada.	63
Tabla 3.2 Cajas de la Red Secundaria Rediseñada.	64
Tabla 3.3 Cajas de Red Terciaria Rediseñada.	67
Tabla 5.1 Presupuesto Referencial de Obra	85
Tabla 5.2 Cronograma Valorado de Obra.	87
Tabla 5.3 Apu del rubro 1.1 Señalización de seguridad	88
Tabla 5.4 Apu del rubro 1.2 Rotura de carpeta de hormigón asfáltico	89
Tabla 5.5 Apu del rubro 1.3 Rotura de losa de hormigón hidráulico	90
Tabla 5.6 Apu del rubro 1.4 Levantado y almacenamiento de adoquín	91

Tabla 5.7 Apu del rubro 1.5 Desalojo de Material	92
Tabla 5.8 Apu del rubro 2.1 Replanteo de cámaras	93
Tabla 5.9 Apu del rubro 2.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 200$ mm.....	94
Tabla 5.10 Apu del rubro 2.3 Excavación para tuberías $\Phi = 200$ mm	95
Tabla 5.11 Apu del rubro 2.4 Instalación de tuberías $\Phi = 200$ mm	96
Tabla 5.12 Apu del rubro 2.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 200$ mm	97
Tabla 5.13 Apu del rubro 2.6 Excavación de cámaras	98
Tabla 5.14 Apu del rubro 2.7 Construcción de cámaras $\phi=1,3$ m; $H < 4$m.....	99
Tabla 5.15 Apu del rubro 2.8 Relleno para cámaras	100
Tabla 5.16 Apu del rubro 2.9 Replantillo y recubrimiento de arena de tuberías ..	101
Tabla 5.17 Apu del rubro 2.10 Desalojo de material red principal	102
Tabla 5.18 Apu del rubro 3.1 Replanteo de cajas 70 x 70 cm	103
Tabla 5.19 Apu del rubro 3.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 160$ mm.....	104
Tabla 5.20 Apu del rubro 3.3 Excavación para tuberías $\Phi = 160$ mm	105
Tabla 5.21 Apu del rubro 3.4 Instalación de tuberías $\Phi = 160$ mm	106
Tabla 5.22 Apu del rubro 3.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 160$ mm	107
Tabla 5.23 Apu del rubro 3.6 Excavación de cajas 70 x 70 cm.....	108
Tabla 5.24 Apu del rubro 3.7 Construcción de cajas 70 x 70 cm	109
Tabla 5.25 Apu del rubro 3.8 Relleno para cajas 70 x 70 cm	110
Tabla 5.26 Apu del rubro 3.9 Replantillo y recubrimiento de arena de tuberías ..	111
Tabla 5.27 Apu del rubro 3.10 Desalojo de material red secundaria	112
Tabla 5.28 Apu del rubro 4.1 Reposición de carpeta asfáltica	113
Tabla 5.29 Apu del rubro 4.2 Reposición de losa de hormigón hidráulico	114
Tabla 5.30 Apu del rubro 4.3 Reposición de material base compactado	115
Tabla 5.31 Apu del rubro 4.4 Reposición de material subbase compactado	116
Tabla 5.32 Apu del rubro 5.1 Reposición de adoquín (Incluye adoquín existente)	117
Tabla 5.33 Gastos de Operación.	118
Tabla 5.34 Gastos Administrativos.	119
Tabla 5.35 Financiamiento.....	119
Tabla 5.36 Garantías.	120
Tabla 5.37 Resumen de costos Indirectos.....	120
<i>Tabla 5.38 Rubro 1.1 Señalización de seguridad</i>	121
Tabla 5.39 Rubro 1.2 Rotura de carpeta de hormigón asfáltico.....	121

Tabla 5.40 Rubro 1.3 Rotura de losa de hormigón hidráulico	122
Tabla 5.41 Rubro 1.4 Levantado y almacenamiento de adoquín	123
Tabla 5.42 Rubro 1.5 Desalojo de material	124
Tabla 5.43 Rubro 2.1 Replanteo de Cámaras	125
Tabla 5.44 Rubro 2.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 200$ mm	126
Tabla 5.45 Rubro 2.3 Excavación para tuberías $\Phi = 200$ mm	127
Tabla 5.46 Rubro 2.4 Instalación de tuberías $\Phi = 200$ mm	128
Tabla 5.47 Rubro 2.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 200$ mm	129
Tabla 5.48 Rubro 2.6 Excavación de cámaras	130
Tabla 5.49 Rubro 2.7 Construcción de cámaras $\phi=1,3$ m; $H < 4$m	131
Tabla 5.50 Rubro 2.8 Relleno para cámaras	132
Tabla 5.51 Rubro 2.9 Replantillo y recubrimiento con arena para tuberías principales	133
Tabla 5.52 Rubro 2.10 Desalojo de material red principal	134
Tabla 5.53 Rubro 3.1 Replanteo de Cajas 70 x 70 cm	135
Tabla 5.54 Rubro 3.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 160$ mm	136
Tabla 5.55 Rubro 3.3 Excavación para tuberías $\Phi = 160$ mm	137
Tabla 5.56 Rubro 3.4 Instalación de tuberías $\Phi = 160$ mm	138
Tabla 5.57 Rubro 3.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 160$ mm	139
Tabla 5.58 Rubro 3.6 Excavación de cajas 70 x 70 cm	140
Tabla 5.59 Rubro 3.7 Construcción de cajas 70 x 70 cm	141
Tabla 5.60 Rubro 3.8 Relleno para cajas 70 x 70 cm	142
Tabla 5.61 Rubro 3.9 Replantillo y recubrimiento con arena para tuberías secundarias	143
Tabla 5.62 Rubro 3.10 Desalojo de material red secundaria	144
Tabla 5.63 Rubro 4.1 Reposición de carpeta asfáltica	145
Tabla 5.64 Rubro 4.2 Reposición de losa de hormigón hidráulico	146
Tabla 5.65 Rubro 4.3 Reposición de material base	147
Tabla 5.66 Rubro 4.4 Reposición de material subbase	148
Tabla 5.67 Rubro 5.1 Reposición de adoquín (Incluye adoquín existente)	149
Tabla 5.68 Relaciones Hidráulicas para conductos circulares	178
Tabla 5.69 Tipos de Perfiles de Suelo	179

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1: Vista en planta del sistema de alcantarillado sanitario existente en la escuela de infantería aérea de la ciudad de Guayaquil - Parte 1

PLANO 2: Vista en planta del sistema de alcantarillado sanitario existente en la escuela de infantería aérea de la ciudad de Guayaquil - Parte 2

PLANO 3: Vista en planta del sistema de alcantarillado sanitario existente en la escuela de infantería aérea de la ciudad de Guayaquil - Parte 3

PLANO 4: Vista en planta del sistema de alcantarillado sanitario propuesto en la escuela de infantería aérea de la ciudad de Guayaquil - Parte 1

PLANO 5: Vista en planta del sistema de alcantarillado sanitario propuesto en la escuela de infantería aérea de la ciudad de Guayaquil - Parte 2

PLANO 6: Vista en planta del sistema de alcantarillado sanitario propuesto en la escuela de infantería aérea de la ciudad de Guayaquil - Parte 3

PLANO 7: Vista transversal de la red principal rediseñada del SS.AA. de la Escuela de Infantería Aérea de la ciudad de Guayaquil.

PLANO 8: Vista transversal de la red secundaria rediseñada (Tramos RSD y RSF) y tipos de pozos de inspección del SS.AA. de la EIA de Guayaquil.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La Escuela de Infantería Aérea es el lugar donde se ha desarrollado el proyecto de titulación, ubicada en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. La base se encuentra localizada en la Av. Pedro Menéndez Gilbert, colindante con el puente de la Unidad Nacional, junto a la Base Naval Norte y la gasolinera Móvil, limita con el Río Daule, el cual influye en el nivel de agua del sistema de alcantarillado.

El área de estudio posee 7.13 hectáreas y consta de zonas industriales, comerciales y domésticas, donde destacan instalaciones como: dormitorios, piscina, canchas de fútbol y volley, lubricadora, lavandería, comedor, oficinas administrativas, bodegas, auditorio de música y zona de ejercicios físicos.

La zona llega a albergar un máximo de 500 habitantes, sin embargo, por lo general se tiene a diario un aproximado de 300 usuarios de las instalaciones. Cabe señalar que actualmente se está diseñando un nuevo edificio de dos plantas, lo cual implica un aumento de población de aproximadamente 80 habitantes, el cual ha sido considerado para nuestro proyecto.

En primera instancia, se planteó un diseño completamente nuevo del sistema de alcantarillado sanitario, sin embargo, al existir uno previo que abarca toda la extensión del terreno, se limita esta posible solución y se debe adaptar a las condiciones que se tienen.

El proyecto está dividido en dos etapas, la primera consiste en constatar el actual sistema de alcantarillado sanitario existente, verificar las condiciones en las que se encuentra y evaluar los potenciales problemas que puedan causar los colapsos. La segunda etapa será plantear una solución para la problemática presentada.

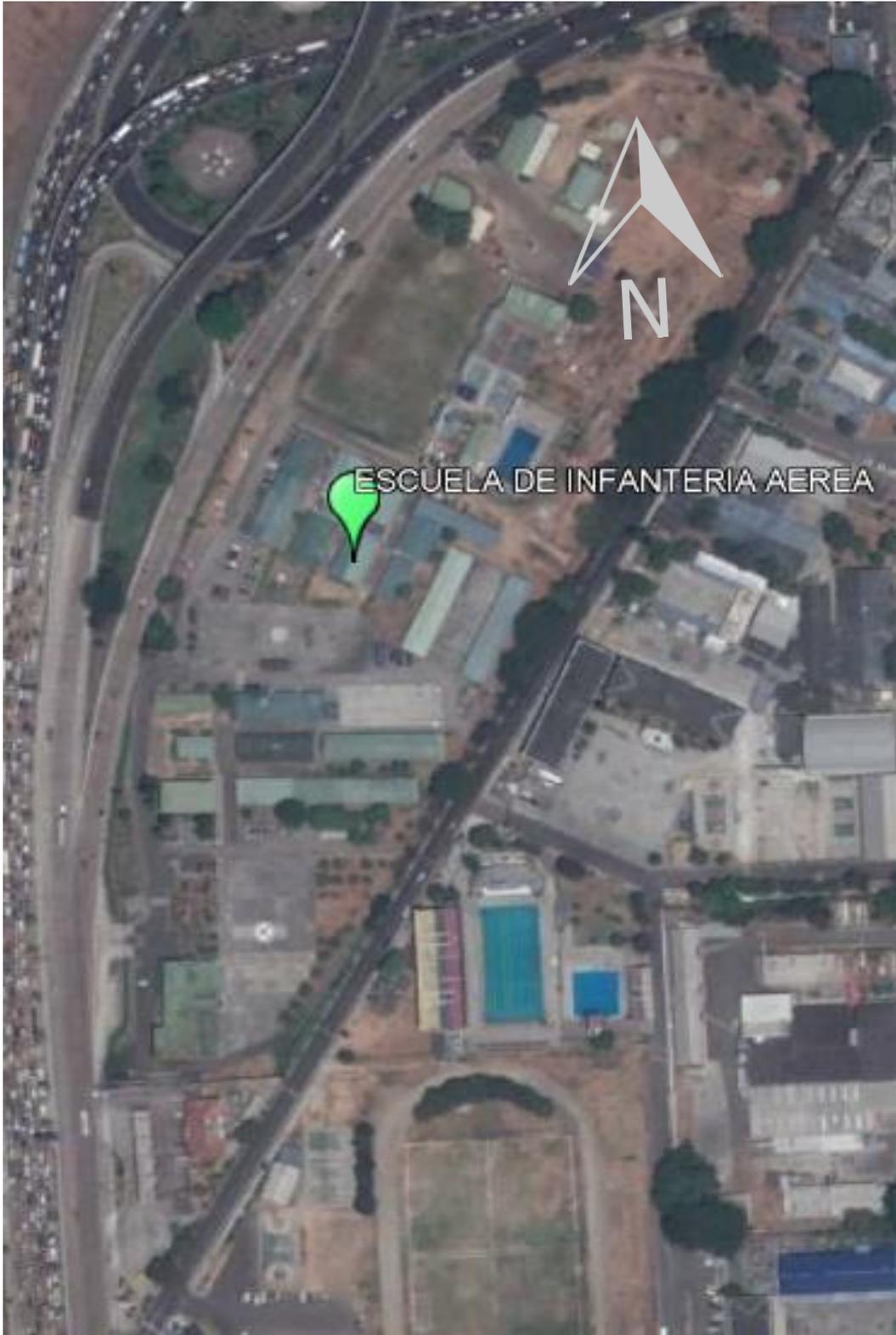


Figura 1.1 Ubicación de la Escuela de Infantería Aérea.

Fuente: Google Earth. (2018)

1.1 Descripción del problema

La Escuela de Infantería Aérea actualmente presenta problemas con su alcantarillado sanitario, debido a que, en temporada invernal, se ocasionan colapsos en la red sanitaria y su posterior desborde de aguas residuales. Una razón, es que las instalaciones no fueron diseñadas en primera instancia para el uso que actualmente se brinda, pues sirve como base de entrenamiento y preparación para los miembros de la Fuerza Aérea.

Esta fue diseñada como un campamento temporal que ayude a la construcción del puente de la Unidad Nacional, lo que sucedió en el año de 1969. Con el paso de los años, dicho campamento tuvo una utilidad diferente, hoy es para viviendas y oficinas.

En época invernal, debido a las constantes lluvias, este problema de alcantarillado sanitario se agudiza, más aún cuando las fuertes precipitaciones coinciden con un aguaje, dado que las instalaciones se encuentran junto al río Daule, y este aumento del nivel del agua influye significativamente al nivel de las aguas sanitarias presentes en la base.

Además, se debe mencionar que en la base no existe un sistema de alcantarillado pluvial, por lo cual las precipitaciones finalmente acaban infiltrándose de manera ilícita a las cámaras de alcantarillado sanitario, generando un aumento en el caudal de agua receptada por cada cámara y origina el colapso.

Finalmente, el sistema de alcantarillado actual desemboca en un colector de la empresa Interagua, que se encarga de su posterior tratamiento, por lo que en este proyecto no es necesario el diseño de una planta de tratamiento para el agua residual proveniente de la base, sino el diagnóstico y rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario.

1.2 Justificación del problema

El estudio del sistema de alcantarillado de la Escuela de Infantería Aérea (EIA) ha sido escogido como objeto de estudio para el proyecto integrador, debido a que es una rama de la Ingeniería Civil, que ha sido estudiada en nuestra formación profesional, además se posee la capacidad y conocimientos para resolver problemas de tal índole.

Mediante visitas al sitio se pudo constatar el estado en el que se encuentran las cámaras y la red de alcantarillado sanitario, en donde se tienen gran diversidad de inconvenientes, los cuales serán descritos a lo largo del documento.

El proyecto brinda la oportunidad de desarrollar las habilidades y las técnicas aprendidas en clases, para realizar un trabajo profesional de ingeniería, guiado por los docentes de la universidad, quienes con su experiencia, aseguran la entrega de un trabajo de calidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Diagnosticar la situación actual del sistema de alcantarillado sanitario de la Escuela de Infantería Aérea (EIA) y proponer una solución para el funcionamiento efectivo y eficiente del mismo a fin de evitar el colapso del éste en temporadas invernales, y garantizar así su óptimo funcionamiento.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el estado de las cámaras y tuberías del sistema de alcantarillado existente para solucionar el problema presentado.
- Modelar hidráulicamente el sistema de alcantarillado actual con el fin de examinar el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario.
- Rehabilitar el sistema de alcantarillado sanitario considerando los criterios de diseño y la normativa aplicable, para el impedimento de colapsos en el mismo.
- Desarrollar la propuesta más económica y viable para el mejoramiento de la institución.

1.4 Marco teórico

Existen dos tipos de tecnologías de diseño para estos sistemas de alcantarillado sanitario, los sistemas convencionales y los no convencionales (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

Dentro de los sistemas de alcantarillado no convencionales existe una subclasificación de formas de diseño, entre los que están: Alcantarillado simplificado (RAS), Alcantarillado de pequeño diámetro y Alcantarillado condominial, esto según se detalla en el texto elaborado por la Organización Panamericana de la Salud denominado “Guías para el diseño de Alcantarillado” (2005).

Por otro lado, está el sistema de alcantarillado convencional, sistema usado para el diseño del actual proyecto. Consta de redes colectoras que se ubican en el centro de las vías, se diseñan con cierta pendiente, a fin de que el flujo de agua recolectado siga su curso por sí mismo, debido a la gravedad.

Estas redes colectoras reciben el agua proveniente de los domicilios mediante conexiones domiciliarias y lo trasladan hacia su lugar de tratamiento.

Otro elemento que conforma estas redes domiciliarias son las cajas de inspección, también conocidas como “*manhole*”, las que según (Interagua, Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado, 2015) deben estar ubicadas al inicio de cada colector, en el lugar donde se intercepten dos o más colectores, y en tramos rectos, en este último se debe tener en cuenta que la máxima separación que puede existir entre dos cámaras de inspección es de 150 metros. Estos espacios son usados cada cierto tiempo para la limpieza de la red de alcantarillado, con el fin de extraer cualquier tipo de elemento que obstruya la circulación del agua residual.

El diámetro de los colectores usados en este tipo de alcantarillado por lo general va desde los 200 mm y se ubican a una distancia mínima de un metro, medida desde la sub rasante. Por este mismo motivo se presenta una de sus grandes desventajas, debido a que la profundidad de instalación de los colectores incurre en mayores costos en la construcción debido al rubro de excavación y relleno.

Estos sistemas convencionales se subdividen según el tipo de agua que se encarguen de transportar, estos pueden ser sistemas combinados o sistemas separados.

El combinado, transporta agua residual y agua lluvia, todo en el mismo sistema. Mientras que, el sistema separado, el más recomendado, se encarga de transportar las aguas residuales y las aguas lluvias en diferentes redes de alcantarillado, de forma independiente.

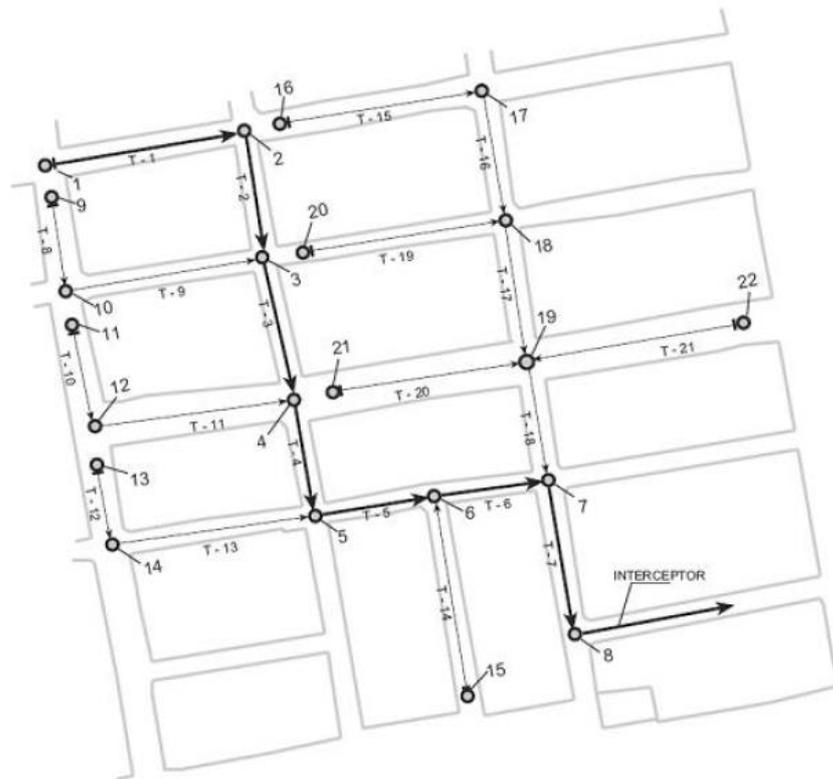


Figura 1.2 Esquema de una red de Alcantarillado Convencional.

Fuente: Organización Panamericana de la Salud. (2005)

Existen además algunos tipos de tuberías que pueden ser usados al momento de diseñar la red de alcantarillado sanitario, entre los cuales destacan:

Tuberías Iniciales. - Conocidas también como tuberías laterales, son aquellas que reciben exclusivamente desagües domiciliarios.

Tuberías Secundarias. - Encargadas de recibir y transportar el caudal de agua de dos o más tuberías iniciales.

Colector Secundario. - Responsable de receptor el desagüe de dos o más tuberías secundarias.

Colector Principal. - Encargado de receptor el caudal total. (López, 1995)

Para los criterios de diseño de la red de alcantarillado sanitario, se basa en el (Interagua, Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado, 2015).

Se debe verificar que no se formen gradas ascendentes, debido a que obstruye la circulación de agua y genera acumulación de sólidos. Es necesario que la pendiente de

la tubería se encuentre en forma descendente y continua, a fin de que la red trabaje a gravedad, para así facilitar la circulación del agua.

Es necesario procurar que el nivel de agua se encuentre por debajo de la corona de la tubería, a fin de que exista un espacio dentro de la misma destinado a la ventilación, lo que evitará acumulación de gases tóxicos dentro de las tuberías.

La velocidad mínima del líquido no debe ser menor a 0.6 m/s en todas las tuberías de la red, sean estas primarias, secundarias o terciarias; a fin de evitar acumulación de gases tóxicos dentro del colector, tal como puede ser el ácido sulfhídrico. (Interagua, Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado, 2015)

Para un proyecto de alcantarillado sanitario es necesario establecer un tiempo de vida útil, conocido también como periodo de diseño, el cual se establece dependiendo el tamaño de la población y la capacidad económica, sin embargo, este valor oscila entre los 15 y 25 años. (López, 1995) Por otro lado, existen obras de mayor envergadura que pueden ser diseñados para un periodo de tiempo mayor, como pueden ser los colectores principales y los emisarios finales. A continuación, se presenta una tabla donde López (1995) describe algunos tipos de obras hidráulicas y establece un rango para el periodo de diseño.

Tabla 1.1 Periodos de Diseño para diferentes Obras Hidráulicas.

ELEMENTO	PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)
Línea de conducción	De 5 a 20
Red de distribución primaria	De 5 a 20
Colector y emisor	De 5 a 20

Fuente: Manual para el diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. (2013)

Interagua menciona que el sistema de alcantarillado sanitario será diseñado con el fin que soporte el caudal generado por la población actual y futura, la cual se calcula mediante el periodo de diseño. La ecuación utilizada para determinar la población futura es:

$$P_f = P_0 (1 + r)^t \quad (1.1)$$

P_f : Población futura.

P_0 : Población inicial.

t : Período de diseño.

r : Tasa de crecimiento observado en el periodo.

Donde r será igual a $\frac{C_r}{100}$, donde C_r es el coeficiente de retorno.

Este parámetro indica el porcentaje del agua potable proveniente de los hogares y que será receptado por el sistema de alcantarillado sanitario, convirtiéndose así en aguas residuales domésticas, por lo general el valor numérico del coeficiente de retorno se encuentra entre 0.8 y 0.9. (Interagua, Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado, 2015). La Organización Panamericana de la Salud, 2005, recomienda tomar este parámetro entre los valores de 0.8 y 0.85.

Dotación es otro factor necesario para el diseño, se lo puede establecer mediante dos métodos. El primero se presenta en la Tabla 1.2, proporcionada por López, 1995, que indica valores de consumo diario según el tipo de actividad que se realice en cada edificación.

Tabla 1.2 Dotación de agua potable

Actividad	Cantidad	Unidad
Bebida y cocina, lavado de platos	20 - 30	l/hab/día
Aseo personal (duchas)	20 - 75	l/hab/día
Lavado de ropa	10 - 15	l/hab/día
Inodoros	15 - 20	l/descarga
Lavado de Pisos	1.5	l/m ²
Riego de jardines	1.5	l/m ²
Lavado de automóvil (cada vez)	250 - 300	l
Restaurantes (hasta 50 m ²)	40	l/día
Restaurantes (mayores a 50 m ²)	90	l/día
Oficina por empleado y por 10 m ²	80	l/día
Lavado de calles (por m ²)	1.5	l/día
Lavado del alcantarillado (por habitante)	3	l/día
Farmacias o graneros (hasta 50 m ²)	500	l/día
Farmacias o graneros (hasta 100 m ²)	1000	l/día
Farmacias o graneros (hasta 200 m ²)	1600	l/día

Fuente: Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillado. (1995)

El segundo método surge mediante la Tabla 1.3, que otorga un rango de valores para la dotación, según el tipo de clima de la zona y su cantidad de habitantes. La Tabla proviene del manual de Interagua.

Tabla 1.3 Dotación Media Futura.

Población (Habitantes)	Clima	Dotación Media Futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frio	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200

Fuente: Manual de Diseño de Interagua. (2015)

Para el caudal de diseño se debe tomar en consideración la población futura y la dotación del área.

Además es importante considerar el coeficiente de retorno y el coeficiente de infiltración. Sin dejar de lado las aportaciones de caudales industriales, domésticos, comerciales, las conexiones ilícitas y de infiltración. (Interagua, Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado, 2015)

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$Q = Q_m F + Q_I + Q_{CI} + Q_{in} \quad (1.2)$$

Siendo:

Q: Caudal de diseño. (l/s)

Q_m : Caudal medio de aguas residuales domésticas.

F: Factor de máxima demanda.

Q_I : Caudal industrial. (l/s)

Q_{CI} : Caudal por conexiones ilícitas.

Q_{in} : Caudal por infiltración.

A continuación se detallan cada uno de los parámetros utilizados en el cálculo del caudal de diseño.

El caudal medio se relaciona con el agua residual de forma doméstica, la ecuación usada para su cuantificación es la siguiente:

$$Q_m = \frac{C_r * D * P}{86400} \quad (1.3)$$

Siendo:

Q_m : Caudal medio de aguas residuales. (l/s)

C_r : Coeficiente de retorno.

D : Dotación unitaria de agua potable. (l/hab/día)

P : Población. (hab)

Se tiene además un factor denominado Caudal Máximo Horario, el cual se calcula mediante la siguiente ecuación (Interagua, Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado, 2015).

$$Q_{mh} = Q_{md} * F \quad (1.4)$$

Mientras que, F varía según el clima, el patrón de vida y los hábitos de la comunidad (Organización Panamericana de la Salud, 2005). Se calcula mediante la siguiente operación.

$$F = \frac{Q_{max}}{Q_{promedio}} = \frac{(18 + \sqrt{P})}{(4 + \sqrt{P})} \quad (1.5)$$

Siendo:

Q_{md} : Caudal medio diario. (l/s)

F : Coeficiente de flujo máximo.

P : Población en miles de habitantes.

El caudal de diseño está conformado por el caudal industrial (Q_i), caudal comercial o institucional (Q_c), caudal por conexiones ilícitas (Q_{ci}) y el caudal por infiltración (Q_{in}).

Para el caso del caudal industrial en industrias pequeñas que se encuentren ubicadas en zonas residenciales o comerciales, se puede adoptar un valor que esté en el rango de 1 y 1.5 l/s/Ha de área bruta de lote.

Las conexiones ilícitas son aquellas que se dan cuando aparece un caudal adicional debido a las aguas lluvias que puedan terminar dentro de las cajas de alcantarillado sanitario. Estos valores se pueden considerar con un rango entre 0.1 y 3 l/s/Ha.

En cuanto al caudal por infiltración, se trata de aquellas aguas que se infiltran a través del suelo y llegan hasta las cajas de alcantarillado sanitario. Para su cuantificación se debe multiplicar el área tributaria por el coeficiente de infiltración. Sin embargo, Interagua ha elaborado una tabla para simplificar este cálculo, la cual se presenta a continuación.

Tabla 1.4 Caudal de Infiltración.

Tipo de Infiltración	Q_{in} [l/s/ha]
Alta	0.15 – 0.40
Media	0.10 – 0.30
Baja	0.05 – 0.20

Fuente: Interagua. (2015)

Sin embargo, existen sistemas modernos que se diseñan con un valor de infiltración bajo, el cual no es mayor a 0.15 l/s/ha.

Una vez determinado el caudal de diseño, se deben determinar las dimensiones de las tuberías que serán usadas en el proyecto, para esto se usa la ecuación de Manning, descrita a continuación.

$$D = \left(\frac{3.21 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8} \quad (1.6)$$

Siendo:

D: Diámetro teórico. (m)

Q: Caudal de diseño. (m³/s)

S: Pendiente. (m/m)

N: Coeficiente de rugosidad.

El coeficiente de rugosidad depende exclusivamente del tipo de material que se use para las tuberías. A continuación, se presenta una tabla con el valor que toma este factor para el caso del presente estudio.

Tabla 1.5 Coeficiente de Manning.

Material	n
PVC	0.009

Fuente: Interagua. (2015)

El diámetro escogido para la red de alcantarillado sanitario será el diámetro comercial inmediatamente superior al diámetro obtenido por medio de la ecuación de Manning, es

decir, el diámetro teórico. (Interagua, Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado, 2015)

Se ha establecido diámetros mínimos para las tuberías y colectores de una red de alcantarillado sanitario según su uso, se han definido los siguientes valores.

Tabla 1.6 Diámetros Mínimos de tuberías.

Tipo de Tubería	Diámetro Mínimo (mm)
Ramales domiciliarios	160
Colectores	200
Acometidas domiciliarias	110

Fuente: Interagua. (2015)

Para las tuberías existen algunas condiciones que se deben verificar para indicar que se tiene un diseño apropiado, entre las principales se encuentra la verificación del tirante líquido, que la tubería cumpla con la velocidad mínima de autolimpieza y además que se tenga un valor mínimo previamente establecido para la fuerza tractiva.

La primera condición que debe ser verificada tiene que ver con el tirante líquido, la condición es la siguiente.

$$Caudal\ de\ diseño / Caudal\ a\ tubo\ lleno \leq 0.85$$

En cuanto a la condición de autolimpieza, es decir, que no se tenga presencia de sedimentación en las tuberías, la cual con el paso del tiempo se acumula y puede ocasionar una obstrucción total o parcial de la tubería, se debe tener una velocidad mínima en el flujo de agua que asegure este efecto. En primer lugar, se necesita determinar un caudal de autolimpieza mediante la siguiente ecuación.

$$Q_{mal} = \frac{0.9 \cdot D \cdot P}{86400} \quad (1.7)$$

Siendo:

Q_{mal} : Caudal mínimo de autolimpieza (l/s)

D : Dotación de agua potable. (l/hab/día)

P : Población correspondiente al inicio del periodo de diseño. (hab)

Para comprobar que se produzca la autolimpieza, se debe tener en cuenta el concepto de fuerza tractiva (F_t), asegurando que el valor de la misma no sea menor a 0.12 kg/m².

Para cuantificar el valor de la fuerza tractiva se emplea la siguiente expresión.

$$F_t = \delta * R * j \quad (1.8)$$

Donde:

δ : Peso específico del líquido. Para el caso más común de alcantarillado sanitario, este valor se lo toma como 1000 kg/m³.

R: Radio medio hidráulico para el caudal Q_{mal} . (m)

j: Pendiente hidráulica (m/m). Pendiente de la superficie libre que en régimen permanente y uniforme coincide con la pendiente del invert.

El caudal de diseño tiene un valor mínimo, el cual debe cumplir para así satisfacer las condiciones de auto lavado de la tubería, el valor mínimo del caudal que debe tener una red de alcantarillado sanitario es 1.5 L/s.

Es necesario que las tuberías posean una pendiente adecuada, la cual permita la circulación del fluido por medio de la gravedad, la cual nos brindará una velocidad de circulación del mismo, y en este caso se debe velar el cumplimiento de que la velocidad media a conducto lleno no sea menor a 0.6 m/s en los tramos iniciales, mientras que en los siguientes tramos este valor no debe ser menor a 0.75 m/s.

De similar forma se tienen valores máximos para las velocidades, los cuales van a depender del tipo de material que se use para las tuberías de la red de alcantarillado sanitario. Se adjunta una tabla en donde se presentan de forma resumida estos datos.

Tabla 1.7 Velocidad Máxima en tuberías según tipo de material

Material	Velocidad Mínima (m/s)	Velocidad Máxima (m/s)
PVC	0.5	6.0

Fuente: Interagua. (2015)

Se presentan restricciones además con los valores mínimos de las pendientes. Para los colectores y redes secundarias se recomienda adoptar la pendiente del terreno, verificando que se cumplan los criterios de diseño mencionados anteriormente. Un valor recomendado para la pendiente en diseños de alcantarillado sanitario es 5/1000. Sin embargo, se puede presentar el caso en el cual se tenga que aplicar una pendiente menor, para estos casos, (Interagua, Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado, 2015) ha elaborado una tabla referencial, en donde se establecen valores mínimos de

las pendientes para que se garantice que cumpla el criterio de velocidad mínima, dependiendo del diámetro de las tuberías y del material con el cual estén fabricadas las mismas.

Tabla 1.8 Pendiente mínima de tubería.

Diámetro (mm)	Material	Pendiente mínima (%)
Desde 160 hasta 200	PVC	0.3
Desde 250 hasta 350		0.2
Desde 500 en adelante	PVC – Hormigón Armado	0.1

Fuente: Interagua. (2015)

Existe además otro factor involucrado en el cálculo para el diseño de una red de alcantarillado sanitario, como es la relación entre caudal de diseño y el caudal a tubería llena, el cual se calcula mediante la ecuación de Manning, obteniéndose la siguiente función.

$$Q_o = 0.312 \left(\frac{D^{8/3} * S^{1/2}}{n} \right) \quad (1.9)$$

El cálculo de este factor permite obtener la relación mencionada anteriormente entre el caudal de diseño y el caudal a tubería llena, obtenida mediante un ábaco presentado en los anexos, que ayuda a obtener valores necesarios para el diseño de la red de alcantarillado, como lo son: V/V_o , d/D , R/R_o y H/D .

Es importante mencionar que existen ecuaciones para determinar la magnitud de estos coeficientes.

$$V_o = Q_o / A_o \quad (1.10)$$

$$R_o = D/4 \quad (1.11)$$

En el manual de Interagua se recomienda que las cámaras de inspección deben ser ubicadas máximo a cierta distancia, dependiendo de su diámetro de tubería. A continuación, se presenta un cuadro donde se muestra tal información.

Tabla 1.9 Distancia máxima entre cámaras de inspección.

Diámetro de tubería (mm)	Distancia máxima (m)
<200	100
200-450	120
Mayor de 450	150

Fuente: Interagua. (2015)

(Interagua, Norma Técnica de Servicios, Excavaciones, 2015) presenta un cuadro acerca de las zanjas de excavación recomendadas para sistemas de agua residual, dependiendo el material de tubería y la zona en la cual se realice la instalación de las tuberías y cámaras.

Para el caso de que se deba realizar una excavación en una calzada, se presentan las siguientes recomendaciones.

Tabla 1.10 Excavaciones en Calzada.

Material del tubo	DN (mm)	Ancho mínimo (mm)	Relleno sobre la clave del tubo (m)
PVC*	160 a 400	DN + 600	1.20 a 4.00
	500 a 875	DN + 1000	

Fuente: Interagua. (2015)

En el caso de que la excavación sea realizada en acera o calle peatonal, se presentan las siguientes recomendaciones.

Tabla 1.11 Excavaciones en acera o calle peatonal.

Material del tubo	DN (mm)	Ancho mínimo (mm)	Relleno sobre la clave del tubo (m)
PVC*	160 a 200	400	0.60

Fuente: Interagua. (2015)

Finalmente, se debe revisar las tres características geométricas principales de las tuberías, pendiente, profundidad y diámetros de tubería

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El proyecto se dividió en dos fases, según el tipo de trabajo realizado en cada uno de ellos. Estas fases han sido denominadas como trabajo de campo y trabajo de oficina. A continuación, se detallan aspectos relevantes de cada una de ellas.

TRABAJO DE CAMPO

Esta primera etapa consiste en visitar la zona y realizar un estudio exhaustivo del sistema de alcantarillado actual en la base, verificar el estado y condiciones en las que se encuentra cada caja, cámara y tubería, con el fin de conocer cómo está conformada la red, el tipo de conexiones que posee y la cantidad de cajas y cámaras destinadas a receptor las aguas servidas. Toda esta información sirvió para brindar el diagnóstico adecuado de la situación actual de la base, para posteriormente establecer la solución a tal problemática.



Figura 2.1 Levantamiento de información en la EIA

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Una vez conocidos los factores involucrados dentro de la red de alcantarillado sanitario se realizó un modelo hidráulico del sistema, a fin de examinar su funcionamiento, para verificar si las condiciones de diseño cumplen las normas actualmente requeridas.

Mediante visitas al sitio, se pudo recopilar información valiosa para el análisis de la red de alcantarillado sanitario, sin embargo, es importante señalar que no se pudo realizar el levantamiento de todas las cámaras y cajas de la zona, debido a la limitación de herramientas para ejecutar el trabajo. Entre los datos obtenidos se obtuvo que la altura

promedio de la zona es de 3.50 metros sobre el nivel del mar, además que el tipo de suelo, según la clasificación (Construcción, 2015) es tipo D.

El sistema de alcantarillado sanitario debe funcionar para una población que oscila entre los 300 y 500 habitantes, sin embargo, por seguridad y evitar que se produzcan colapsos, se trabajó con el caso más desfavorable, es decir, para 500 habitantes.

Las cajas y cámaras del sistema han sido clasificadas en tres tipos de redes para su facilidad de análisis, según los ramales de llegada y salida, donde se tiene red principal, red secundaria y red terciaria. La distribución de las cámaras y de las cajas domiciliarias que actualmente conforman la red de alcantarillado de la EIA, se encuentra diagramado en los planos adjuntos en los anexos.

El nombre de las cámaras ha sido otorgado según los ramales, y se encuentran en orden alfanumérico, y por códigos según el tipo de cámaras que se tengan, cámara primaria (CP), caja secundaria (CS) y caja terciaria (CT). Mediante el estudio de la red de alcantarillado sanitario, se pudo conocer que el número total de pozos de inspección existentes dentro de la EIA es de 77, donde 14 de estos son cámaras de inspección, que conforman la red principal, mientras que se tiene además 63 cajas de registro, de las que 55 pertenecen a la red secundaria y 8 a la red terciaria.

A continuación, se presentan las Tablas 2.1, 2.2 y 2.3 que resumen las características que se pudieron recolectar en campo de las cajas y cámaras, de la red principal, secundaria y terciaria.

Tabla 2.1 Cámaras de la Red Principal.

	Cámaras	Coordenadas Utm	Profundidad (M)	Anchoxbase (Mxm)	Cota	Cota Cámara	Observaciones
PRINCIPALES	CP1	624668 E	0.87	0.54x0.54	3.806	2.94	
		9761750 N					
	CP2	624664 E	0.88	0.52x0.52	3.727	2.85	
		9761741 N					
	CP3	624657 E	1.12	0.6x0.6	3.801	2.68	
		9761722 N					
	CP4	624647 E	1.09	0.5x0.5	3.742	2.65	Esta cámara recibe agua residual procedente del taller mecánico y de la lavandería
		9761706 N					
	CP5	624642 E	1.14	0.5x0.5	3.780	2.64	
		9761693 N					
	CP6	624634 E	1.23	0.7x0.7	3.765	2.54	Esta cámara se encuentra dentro de la cancha de fútbol.
		9761690 N					
	CP7	624615 E	-	-	3.825	-	La cámara se encuentra cubierta por concreto asfáltico y no puede abrirse.
		9761610 N					
CP8	624607 E	-	0.9x0.9	3.737	-	Sellada de juntas con lechada de hormigón, no se puede abrir.	
	9761598 N						
CP9	624600 E	-	0.9x0.9	3.777	-	Sellada de juntas con lechada de hormigón, no se puede abrir.	
	9761582 N						
CP10	624591 E	-	0.9x0.9	3.740	-	Sellada de juntas con lechada de hormigón, no se puede abrir.	
	9761563 N						
CP11	624586 E	1.82	0.65x0.65	3.953	2.13		
	9761501 N						
CP12	624579 E	1.88	1.3	3.939	2.06		
	9761480 N						
CP13	624534 E	2.13	0.55	3.904	1.77	La cámara se encontraba sellada. El diámetro es el de la tapa de la cámara.	
	9761480 N						
CP14	624506 E	2.18	0.55	3.909	1.73	La cámara se encontraba sellada. El diámetro es el de la tapa de la cámara.	
	9761480 N						

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.2 Cajas de la Red Secundaria.

	Cámaras	Coordenadas UTM	Profundidad (M)	Anchoxbase (Mxm)	# Tuberías En Cámara	Cota	Prof Cámara	Observaciones
SECUNDARIAS	RSA1	624736 E	-	0.6x0.6	-	3.714	-	La cámara no se pudo abrir.
		9761612 N						
	RSA2	624734 E	0.34	0.4x0.55	2	3.936	3.596	
		9761611 N						
	RSB1	624703 E	0.46	0.5x0.5	3	4.205	3.745	La cámara se encuentra atrás de la piscina y del hall.
		9761533 N						
	RSB2	624699 E	0.48	0.6x0.6	4	4.094	3.614	La cámara se encuentra atrás de la piscina y del hall.
		9761537 N						
	RSB3	624695 E	0.74	0.55x0.5	4	4.179	3.439	Pasa una tubería de agua potable.
		9761543 N						
	RSC1	624709 E	-	0.6x0.6	-	3.963	-	La cámara se encuentra totalmente colapsada.
		9761506 N						
	RSC2	624691 E	0.44	0.6x0.6	3	3.895	3.455	
		9761515 N						
	RSD1	624624 E	0.2	0.45x0.45	3	3.751	3.551	La cámara se encontraba cubierta con agua, no se pudo identificar todas las tuberías.
		9761507 N						
	RSD2	624617 E	0.27	0.4x0.5	2	3.848	3.578	La cámara se encuentra semi colapsada.
		9761510 N						
RSD3	624620 E	0.19	0.5x0.5	3	3.703	3.513		
	9761516 N							
RSD4	624623 E	0.27	0.5x0.5	-	3.674	3.404	La cámara no se pudo abrir.	
	9761522 N							
RSD5	624628 E	0.4	0.6x0.6	2	3.699	3.299		
	9761534 N							
RSD6	624629 E	0.46	0.5x0.5	4	3.696	3.236		
	9761536 N							
RSD7	624630 E	0.36	0.55x0.55	2	3.649	3.289		
	9761538 N							
RSD8	624635 E	0.62	0.5x0.5	4	3.862	3.242	La cámara se encuentra sucia, el agua no circula con normalidad.	
	9761536 N							

	Cámaras	Coordenadas UTM	Profundidad (M)	Anchoxbase (Mxm)	# Tuberías En Cámara	Cota	Prof Cámara	Observaciones
SECUNDARIAS	RSD9	624574 E	-	0.65x0.65	-	3.858	-	La cámara se encuentra cubierta por hormigón hidráulico, no se puede abrir.
		9761601 N						
	RSD10	624651 E	0.78	0.9x0.9	2	3.785	3.005	La cámara está seca, pero tiene una tubería subterránea que cruza la cámara.
		9761526 N						
	RSE1	624667 E	-	0.65x0.65	-	3.778	-	Sellada de juntas con lechada de hormigón, no se puede abrir.
		9761524 N						
	RSF1	624689 E	-	0.6x0.65	-	4.074	-	La cámara no se puede abrir.
		9761464 N						
	RSF2	624685 E	0.27	0.6x0.6	2	4.041	3.771	
		9761462 N						
	RSF3	624665 E	0.4	0.6x0.6	2	4.083	3.683	
		9761477 N						
	RSF4	624662 E	0.8	0.6x0.6	3	3.954	3.154	
		9761474 N						
	RSF5	624655 E	-	0.4x0.4	-	3.883	-	La cámara no se puede abrir.
		9761467 N						
	RSG1	624634 E	0.4	0.34x0.3	3	4.007	3.607	
		9761448 N						
	RSG2	624630 E	0.7	0.55x0.55	3	4	3.3	
		9761437 N						
RSG3	624624 E	-	0.6x0.6	-	4.003	-	La cámara no se puede abrir.	
	9761433 N							
RSG4	624619 E	0.59	0.65x0.65	3	3.996	3.406		
	9761433 N							
RSG5	624610 E	0.26	0.5x0.5	3	3.783	3.523		
	9761435 N							
RSG6	624605 E	0.36	0.35x1.32	2	3.813	3.453		
	9761434 N							
RSG7	624592 E	-	0.55x0.65	-	3.914	-	La cámara no se puede abrir.	
	9761441 N							
RSG8	624592 E	-	0.55x0.65	-	3.915	-	La cámara no se puede abrir.	
	9761442 N							
RSH2	624580 E	1.435	0.75x0.6	4	3.647	2.212		
	9761448 N							
RSH3	624571 E	0.3	0.45x0.45	2	3.951	3.651		
	9761441 N							

	Cámaras	Coordenadas UTM	Profundidad (M)	Anchobas e (Mxm)	# Tuberías En Cámara	Cota	Prof Cámara	Observaciones
SECUNDARIAS	RSH4	624570 E	0.41	0.5x0.5	3	3.984	3.574	
		9761442 N						
	RSH5	624567 E	1.8	0.55x0.5	4	3.986	2.186	
		9761442 N						
	RSI1	624691 E	0.27	0.6x0.6	2	3.869	3.599	
		9761417 N						
	RSI2	624680 E	0.34	0.65x0.65	2	3.883	3.543	
		9761410 N						
	RSI3	624675 E	0.36	0.6x0.6	3	3.901	3.541	
		9761410 N						
	RSI4	624673 E	0.56	0.9x0.75	3	3.88	3.32	
		9761416 N						
	RSI5	624646 E	0.76	0.86x0.78	4	3.887	3.127	
		9761414 N						
	RSI6	624643 E	-	0.65x0.65	-	3.894	-	La cámara se encuentra colapsada.
		9761414 N						
	RSJ1	624596 E	-	0.55x0.55	-	4.496	-	La cámara no se puede abrir.
		9761406 N						
	RSJ2	624589 E	-	0.55x0.55	-	4.451	-	La cámara no se puede abrir.
		9761405 N						
RSJ3	624576 E	-	0.75x0.75	-	4.476	-	La cámara no se puede abrir.	
	9761405 N							
RSJ4	624574 E	0.32	0.4x0.4	4	4.475	4.155		
	9761404 N							
RSJ5	624573 E	0.3	0.4x0.4	3	4.47	4.17		
	9761404 N							
RSJ6	624573 E	0.38	0.4x0.4	4	4.479	4.099		
	9761400 N							
RSJ7	624573 E	-	0.4x0.4	-	4.471	-	La cámara no se puede abrir.	
	9761395 N							
RSJ8	624573 E	0.33	0.4x0.4	3	4.487	4.157		
	9761389 N							
RSJ9	624581 E	-	0.4x0.4	-	4.496	-	La cámara no se pudo abrir.	
	9761390 N							
RSK1	624588 E	0.58	0.6x0.6	2	3.992	3.412		
	9761389 N							
RSK2	624593 E	0.485	1.05x0.55	2	4.033	3.548		
	9761402 N							
RSL1	624563 E	0.77	1.3x0.75	2	4.424	3.654	La cámara se encontraba llena de agua, no se	
	9761339 N							

								pudo identificar más que 2 tuberías.
RSL2	624564 E	1.05	0.9x0.9	-	4.494	3.444		La cámara se encontraba cubierta por agua, no se pudo visualizar las tuberías.
	9761361 N							
RSL3	624566 E	1.23	0.8x0.8	-	4.361	3.131		La cámara se encontraba totalmente cubierta por agua, no se pudo visualizar tuberías.
	9761389 N							

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.3 Cajas de la Red Terciaria.

	Cámaras	Coordenadas Utm	Profundidad (M)	Anchoxbase (Mxm)	Cota	Cota Cámara	Observaciones
TERCIARIAS	RTA1	624512 E	0.28	0.55x0.4	4.40	4.12	
		9761349 N					
	RTA2	624504 E	0.32	0.6x0.65	4.44	4.12	
		9761349 N					
	RTA3	624503 E	0.39	0.7x0.4	4.42	4.03	
		9761363 N					
	RTA4	624508 E	0.47	0.5x0.5	4.43	3.96	
		9761371 N					
RTA5	624508 E	0.59	0.5x0.5	4.43	3.84		
	9761372 N						
RTA6	624507 E	0.68	0.5x0.5	4.43	3.75	La cámara se encontraba colapsada, no se pudo identificar las tuberías.	
	9761381 N						
RTA7	624508 E	0.59	0.5x0.5	4.43	3.84	La cámara se encontraba colapsada, no se pudo identificar las tuberías.	
	9761382 N						
RTA8	624496 E	0.31	0.45x0.4	4.34	4.03		
	9761400 N						

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Se pudo constatar que el sistema de alcantarillado actual cumple con la condición de que los pozos de inspección se encuentran a una distancia máxima de 150 metros entre ellos. Se conoce que los pozos de inspección de un mismo ramal que se encuentran más alejados entre ellos están en el ramal principal y son la cámara CP6 y CP7, existiendo una distancia de 82.54 metros.

Además, las tuberías que conforman la red principal poseen diferentes diámetros que van desde los 100 mm en la mayoría de ellos, hasta los 200 mm en ciertos tramos. Mientras que para el caso de las redes secundarias se tienen tuberías que van desde 75 mm hasta 170 mm, siendo la tubería de 100 mm de diámetro la más usada, al igual que en la red principal. Cabe señalar que, al levantar las cajas domiciliarias, se pudo constatar que a la mayoría de éstas les hace falta mantenimiento, mientras que algunas además se encuentran en mal estado.

Es importante además indicar que, las instalaciones de la Escuela de Infantería Aérea cuentan con tres trampas de grasa, donde dos de estas se ubican a las afueras de la cocina del comedor, encargadas de filtrar los residuos alimenticios. Mientras que la trampa de grasa restante está a las afueras de la lubricadora, siendo su función la separación de los aceites y grasas que puedan ser arrojados a la red de alcantarillado sanitario. Sin embargo, estas trampas de grasa se encuentran sucias y colapsadas.



Figura 2.2 Trampa de grasa. (Comedor)

Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 2.3 Trampa de grasa. (Comedor)

Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 2.4 Trampa de Grasa. (Lubricadora)

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

TRABAJO DE OFICINA

La segunda fase del proyecto consistió en identificar el problema en la red de alcantarillado sanitario del sector que, en temporadas invernales, genera colapso; para ello se hizo uso de un modelado hidráulico.

Sin embargo, para realizar el modelado hidráulico, se requirió de algunos datos adicionales, entre ellos se consideraron los detallados a continuación.

El proyecto ha sido diseñado para un tiempo de vida útil de 25 años.

La población considerada ha sido de 500 personas, el escenario más desfavorable, a fin de evitar colapsos en estas condiciones. En cuanto a la dotación, se la calculó mediante la cantidad de edificaciones, su uso y las personas que se encuentran dentro, tomando como referencia la Tabla 1.2. Los resultados del cálculo se muestran en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Dotación Calculada.

	DOTACIÓN UNITARIA	FACTOR	DOTACIÓN
Bebida y cocina, lavado de platos	25	1	25
Aseo personal	30	1	30
Lavado de ropa	15	1	15
Inodoros	15	3	45
Riego de jardines	1.5	4590	22.95
Lavado de automóvil	1000	50	20
Farmacias	500	100	5
Fuente de soda	1000	100	10
Restaurantes	90	200	0.45
Oficina	80	1	80
			253.4 l/hab/día

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Sin embargo, basado en la Tabla 1.3, se limita la dotación debido al clima cálido y a la población menor a 5000 habitantes. Por lo cual se escogió 200 l/hab/día como dotación de diseño. Se escogió 0.8 como coeficiente de retorno para el diseño. Debido al tipo de suelo presente en la zona, se escogió el valor de 0.15 como coeficiente de infiltración, según la Tabla 1.4, en donde se tiene un tipo de infiltración media.

Según la Tabla 1.5, se toma como coeficiente de Manning (n) el valor de 0.009, debido al material implementado en la red, PVC.

Tabla 2.5 Caudales aportantes a la Red Principal Actual.

Pozos de Análisis		Área Parcial	Área Subtotal	Caudal Doméstico				Caudal Industrial			Caudal Comercial			Caudal Institucional		
				Densidad	Población Acumulada	Qmedio	Qmedio	Área	Qindustrial	Qindustrial	Área	Qcomercial	Qcomercial	Área	Qinstitucional	Qinstitucional
				hab/ha	hab	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s
CP1	CP2	0,16	0,16	575	93	1,06	0,17			0,00			0,00			0,00
CP2	CP3	0,02	0,18	575	105	1,06	0,20			0,00			0,00			0,00
CP3	CP4	0,04	0,22	575	127	1,06	0,23			0,00			0,00			0,00
CP4	CP5	0,04	0,26	575	148	1,06	0,27	0,04	1,25	0,05			0,00			0,00
CP5	CP6	0,04	0,30	575	172	1,06	0,32	0,04	1,25	0,05			0,00			0,00
CP6	CP7	0,46	0,76	575	436	1,06	0,81			0,00			0,00			0,00
CP7	CP8	0,21	0,97	575	559	1,06	1,03			0,00			0,00			0,00
CP8	CP9	0,00	0,97	575	559	1,06	1,03			0,00			0,00			0,00
CP9	CP10	0,35	1,33	575	763	1,06	1,41			0,00			0,00			0,00
CP10	CP11	0,11	1,44	575	827	1,06	1,53			0,00	0,02	1,25	0,02			0,00
CP11	CP12	0,00	1,44	575	827	1,06	1,53			0,00	0,16	1,25	0,19			0,00
CP12	CP13	0,00	1,44	575	827	1,06	1,53			0,00	0,19	1,25	0,24			0,00
CP13	CP14	0,00	1,44	575	827	1,06	1,53			0,00	0,06	1,25	0,07			0,00
CP14	CP15	0,00	1,44	575	827	1,06	1,53			0,00	0,43	1,25	0,54			0,00

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Se realizó el cálculo del caudal doméstico, industrial, comercial e institucional en caso de existir, tomando en cuenta el área aportante de cada caudal hacia la red. Datos utilizados posteriormente para determinar el caudal de diseño.

Tabla 2.6 Caudal de Diseño de la Red Principal Actual.

Pozos de Análisis		Caudal Máximo			Caudal de Infiltración		Caudal Ilícito		Caudal Calculado	Caudal Adoptado	Caudal Adoptado
		Q (dom+ind+com+inst)	M	Qmáx	Qinfiltración	Qinfiltración	Qilícito	Qilícito			
		l/s		l/s	l/s-ha	l/s	l/s-ha	l/s			
CP1	CP2	0,17	4,25	0,73	0,15	0,02	0,30	0,05	0,81	1,50	0,0015
CP2	CP3	0,20	4,24	0,83	0,15	0,03	0,30	0,06	0,91	1,50	0,0015
CP3	CP4	0,23	4,21	0,99	0,15	0,03	0,30	0,07	1,09	1,50	0,0015
CP4	CP5	0,32	4,19	1,34	0,15	0,04	0,30	0,08	1,45	1,50	0,0015
CP5	CP6	0,37	4,17	1,56	0,15	0,05	0,30	0,09	1,69	1,69	0,0017
CP6	CP7	0,81	4,00	3,24	0,15	0,11	0,30	0,23	3,58	3,58	0,0036
CP7	CP8	1,03	3,95	4,09	0,15	0,15	0,30	0,29	4,52	4,52	0,0045
CP8	CP9	1,03	3,95	4,09	0,15	0,15	0,30	0,29	4,52	4,52	0,0045
CP9	CP10	1,41	3,87	5,47	0,15	0,20	0,30	0,40	6,07	6,07	0,0061
CP10	CP11	1,55	3,85	5,98	0,15	0,22	0,30	0,43	6,62	6,62	0,0066
CP11	CP12	1,73	3,85	6,65	0,15	0,22	0,30	0,43	7,29	7,29	0,0073
CP12	CP13	1,77	3,85	6,80	0,15	0,22	0,30	0,43	7,45	7,45	0,0074
CP13	CP14	1,60	3,85	6,16	0,15	0,22	0,30	0,43	6,81	6,81	0,0068
CP14	CP15	2,07	3,85	7,96	0,15	0,22	0,30	0,43	8,61	8,61	0,0086

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Se evidencia el caudal calculado y el adoptado, la diferencia radica en que el caudal calculado, no debe ser menor a 1.50 l/s, en caso de presentarse tal caso, se procederá a adoptar el caudal con el valor antes mencionado, a fin de que cumpla el valor límite.

A continuación, se puede evidenciar en las Tablas 2.7 y 2.8, que la red principal actual no cumple con varias de las condiciones de diseño estipuladas en el Manual de Interagua. Se presenta la simbología de las tablas presentadas a continuación.



Inconsistencias de diseño.



Condiciones de diseño de la red.

Tabla 2.7 Condiciones de Pendiente y de Q/Q_o en la Red Principal Actual.

Pozos de Análisis		Longitud	Longitud Acumulada	Caudal de Diseño	Pendiente de Diseño (S)	Condición	D diseño	D Nominal	D interno	Espesor	Qo	Vo	Rho	Q/Qo	Condición
		m	m	m ³ /s	m/m	S > 0,003	m	m	m	m	m ³ /s	m/s	m		Q/Qo<=0.85
CP1	CP2	9,83	9,83	0,0015	0,00905	OK	0,06	0,16	0,125	0,0175	0,013	1,05	0,03	0,12	OK
CP2	CP3	20,26	30,09	0,0015	0,00819	OK	0,06	0,16	0,125	0,0175	0,012	1,00	0,03	0,12	OK
CP3	CP4	18,86	48,95	0,0015	0,00154	No cumple S min	0,08	0,16	0,125	0,0175	0,005	0,43	0,03	0,28	OK
CP4	CP5	14,87	63,82	0,0015	0,00081	No cumple S min	0,09	0,16	0,125	0,0175	0,004	0,31	0,03	0,39	OK
CP5	CP6	8,12	71,94	0,0017	0,01293	OK	0,05	0,16	0,125	0,0175	0,015	1,25	0,03	0,11	OK
CP6	CP7	82,54	154,48	0,0036	0,00061	No cumple S min	0,13	0,16	0,125	0,0175	0,003	0,27	0,03	1,07	Cambie S ó D
CP7	CP8	13,74	168,22	0,0045	0,01659	OK	0,08	0,16	0,125	0,0175	0,017	1,42	0,03	0,26	OK
CP8	CP9	17,91	186,13	0,0045	0,00447	OK	0,10	0,16	0,125	0,0175	0,009	0,74	0,03	0,50	OK
CP9	CP10	21,19	207,32	0,0061	0,00788	OK	0,10	0,16	0,125	0,0175	0,012	0,98	0,03	0,50	OK
CP10	CP11	61,76	269,08	0,0066	-0,00194	No cumple S min	-	0,16	0,125	0,0175	-	-	0,03	-	-
CP11	CP12	21,96	291,04	0,0073	0,00260	No cumple S min	0,13	0,16	0,125	0,0175	0,007	0,56	0,03	1,06	Cambie S ó D
CP12	CP13	44,78	335,82	0,0074	0,00290	No cumple S min	0,13	0,16	0,125	0,0175	0,007	0,59	0,03	1,02	Cambie S ó D
CP13	CP14	27,76	363,58	0,0068	-0,00382	No cumple S min	-	0,16	0,125	0,0175	-	-	0,03	-	-
CP14	CP15	31,98	395,56	0,0086	0,04062	OK	0,08	0,16	0,125	0,0175	0,027	2,22	0,03	0,32	OK

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.8 Condiciones de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en la Red Principal Actual.

Pozos de Análisis		v/Vo	d/D	Rh/Rho	H/D	Condición	v	Condición	Condición	v ² /2g	Rh	τ	Condición
						H/D <= 0.85	m/s	V _{mín} >= 0.5 m/s	V _{máx} <= 5 m/s	m	m	N/m ²	τ >= 1.2 N/m ²
CP1	CP2	0,57	0,27	0,63	0,188	D está OK	0,60	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,018	0,020	1,75	τ está OK
CP2	CP3	0,57	0,27	0,63	0,188	D está OK	0,57	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,017	0,020	1,58	τ está OK
CP3	CP4	0,713	0,409	0,874	0,307	D está OK	0,31	No Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,005	0,027	0,41	Revisar S
CP4	CP5	0,787	0,488	0,992	0,381	D está OK	0,25	No Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,003	0,031	0,25	Revisar S
CP5	CP6	0,553	0,258	0,606	0,179	D está OK	0,69	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,024	0,019	2,40	τ está OK
CP6	CP7	-	-	-	-	Aumentar D	-	-	-	-	-	-	-
CP7	CP8	0,7	0,393	0,848	0,294	D está OK	1,00	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,051	0,027	4,31	τ está OK
CP8	CP9	0,85	0,563	1,079	0,458	D está OK	0,63	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,020	0,034	1,48	τ está OK
CP9	CP10	0,85	0,563	1,079	0,458	D está OK	0,83	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,035	0,034	2,61	τ está OK
CP10	CP11	-	-	-	-	Aumentar D	-	-	-	-	-	-	-
CP11	CP12	-	-	-	-	Aumentar D	-	-	-	-	-	-	-
CP12	CP13	-	-	-	-	Aumentar D	-	-	-	-	-	-	-
CP13	CP14	-	-	-	-	Aumentar D	-	-	-	-	-	-	-
CP14	CP15	0,74	0,439	0,919	0,334	D está OK	1,65	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,139	0,029	11,44	τ está OK

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.9 Cotas de las Cámaras de la Red Principal Actual.

Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)		Cota Terreno		Cota Lomo (Corona)		Cota Lámina de Agua		Cota de Invert		Cota de Energía		Profundidad a Corona		Profundidad total de excavación		Ancho de Zanja	Volumen Total de excavación	Volumen de Desalojo (considerando Factor de esponjamiento)	Volumen de Arena	Volumen de Mejoramiento
					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	m	m3	m3
CP1	CP2	0,024	1,25	Flujo Superocrítico	3,81	3,73	3,056	2,967	2,947	2,858	2,914	2,825	2,966	2,877	0,75	0,76	1,01	1,02	0,76	7,58	7,96	3,99	3,78
CP2	CP3	0,024	1,19	Flujo Superocrítico	3,73	3,80	2,969	2,803	2,880	2,694	2,826	2,660	2,877	2,711	0,76	1,00	1,02	1,26	0,76	17,53	18,40	8,22	9,78
CP3	CP4	0,038	0,51	Flujo Subocrítico	3,80	3,74	2,797	2,768	2,708	2,677	2,655	2,626	2,711	2,682	1,00	0,97	1,26	1,23	0,76	17,90	18,80	7,65	10,77
CP4	CP5	0,048	0,37	Flujo Subocrítico	3,74	3,78	2,760	2,748	2,678	2,666	2,617	2,605	2,682	2,670	0,98	1,03	1,24	1,29	0,76	14,32	15,04	6,03	8,70
CP5	CP6	0,022	1,47	Flujo Superocrítico	3,78	3,77	2,756	2,651	2,645	2,540	2,613	2,508	2,670	2,565	1,02	1,11	1,28	1,37	0,76	8,20	8,61	3,29	5,16
CP6	CP7	-	-	-	3,77	3,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	33,47	-
CP7	CP8	0,037	1,67	Flujo Superocrítico	3,83	3,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	5,57	-
CP8	CP9	0,057	0,84	Flujo Subocrítico	3,74	3,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	7,26	-
CP9	CP10	0,057	1,11	Flujo Superocrítico	3,78	3,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	8,59	-
CP10	CP11	-	-	-	3,74	3,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	25,04	-
CP11	CP12	-	-	-	3,95	3,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	8,90	-
CP12	CP13	-	-	-	3,95	4,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	18,16	-
CP13	CP14	-	-	-	4,07	4,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	11,26	-
CP14	CP15	0,042	2,58	Flujo Superocrítico	4,23	3,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-	12,97	-

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

En la Tabla 2.9 se puede observar que muchas filas se encuentran incompletas, esto se debe a las inconsistencias en el diseño que presenta la red de alcantarillado, especialmente por las pendientes de las tuberías. Se presenta a continuación, en la Tabla 2.10, las pendientes obtenidas en los cálculos, mediante los datos recopilados en campo.

Se tomó como referencia la cota del fondo de cada cámara, obteniéndose así los siguientes resultados.

Tabla 2.10 Pendientes de las tuberías Actuales.

LONGITUD	CÁMARA	COTA	PROFUNDIDAD	COTA CÁMARA	PENDIENTE
9,83	CP1	3,81	0,87	2,94	0,009053917
20,26	CP2	3,73	0,88	2,85	0,008193485
18,86	CP3	3,80	1,12	2,68	0,001537646
14,87	CP4	3,74	1,09	2,65	0,000806994
8,12	CP5	3,78	1,14	2,64	0,012931034
82,54	CP6	3,77	1,23	2,54	0,000605767
13,74	CP7	3,83	1,34	2,49	0,016593886
17,91	CP8	3,74	1,48	2,26	0,004466778
21,19	CP9	3,78	1,6	2,18	0,007881076
61,76	CP10	3,74	1,73	2,01	-0,001943005
21,96	CP11	3,95	1,82	2,13	0,002595628
44,78	CP12	3,95	1,88	2,07	0,002903082
27,76	CP13	4,07	2,13	1,94	-0,003818444
31,98	CP14	4,23	2,18	2,05	0,040619137

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Una vez conocidos los inconvenientes que presenta la red de alcantarillado sanitario existente en la EIA, los cuales son descritos en el siguiente capítulo, se optó por diseñar una nueva red, adaptada a la red existente, a fin de que los costos no se eleven.

Se tomó una profundidad inicial de cámara de 1 metro, a fin de que la conexión de la última cámara con el colector de Interagua funcione a gravedad y no sea necesario el uso de bombas para su funcionamiento.

Para el diseño de la nueva red se usó una tubería de PVC, con diámetro interno de 200 mm y diámetro externo de 220 mm. Se revisaron todos los criterios de diseño de la norma de Interagua, a fin de que el diseño cumpla con los mismos, y tenga un óptimo funcionamiento. Las pendientes van desde 0.3% a 0.6%, verificando que se cumplan tres

aspectos fundamentales como son: la autolimpieza dentro de la tubería, que no se produzca erosión, estos dos aspectos están relacionados con la velocidad del fluido; y el tercer aspecto es que la fuerza tractiva tenga valores mayores a 1.2 N/m^2 .

Se precauteló el presupuesto de la institución, procurando no realizar excavaciones excesivas, que pueden incurrir en mayores gastos, además de que las cámaras de inspección sean intervenidas lo menos posible. Cada cámara del ramal principal ha sido diseñada de forma circular con un diámetro interno de 1.3 m, apoyada en una losa de hormigón cuadrada de 2x2 m y de 20 cm de espesor.

Se tomaron en consideración las áreas de aporte de los edificios actualmente existentes para la nueva red de alcantarillado sanitario, incluyendo el nuevo edificio cuando sea construido. Esta inclusión ocasionó un aumento de densidad poblacional. Los cálculos se muestran a continuación, en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11 Caudales Aportantes a la Nueva Red Principal.

Pozos de Análisis		Área Parcial	Área Subtotal	Caudal Doméstico				Caudal Industrial			Caudal Comercial			Caudal Institucional		
				Densidad	Población Acumulada	Qmedio	Qmedio	Área	Qindustrial	Qindustrial	Área	Qcomercial	Qcomercial	Área	Qinstitucional	Qinstitucional
				hab/ha	hab	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s
CP1	CP2	0,16	0,16	964	156	1,78	0,29			0,00			0,00			0,00
CP2	CP3	0,02	0,18	964	177	1,78	0,33			0,00			0,00			0,00
CP3	CP4	0,04	0,22	964	213	1,78	0,39			0,00			0,00			0,00
CP4	CP5	0,04	0,26	964	248	1,78	0,46	0,04	1,25	0,05			0,00			0,00
CP5	CP6	0,04	0,30	964	289	1,78	0,54	0,04	1,25	0,05			0,00			0,00
CP6	CP7	0,21	0,51	964	495	1,78	0,92			0,00			0,00			0,00
CP7	CP8	0,03	0,54	964	519	1,78	0,96			0,00			0,00			0,00
CP8	CP9	0,06	0,59	964	572	1,78	1,06			0,00			0,00			0,00
CP9	CP10	0,18	0,78	964	750	1,78	1,39			0,00			0,00			0,00
CP10	CP11	0,11	0,89	964	857	1,78	1,59			0,00	0,04	1,25	0,06			0,00
CP11	CP12	0,00	0,89	964	857	1,78	1,59			0,00	0,00	1,25	0,01			0,00
CP12	CP13	0,00	0,89	964	857	1,78	1,59			0,00	0,19	1,25	0,24			0,00
CP13	CP14	0,00	0,89	964	857	1,78	1,59			0,00	0,06	1,25	0,07			0,00
CP14	CP15	0,00	0,89	964	857	1,78	1,59			0,00	0,43	1,25	0,54			0,00

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.12 Caudal de Diseño de la Nueva Red Principal.

Pozos de Análisis		Caudal Máximo			Caudal de Infiltración		Caudal Ilícito		Caudal Calculado	Caudal Adoptado	Caudal Adoptado
		Q (dom+ind+com+inst)	M	Q _{máx}	Q _{infiltración}	Q _{infiltración}	Q _{ilícito}	Q _{ilícito}			
		l/s		l/s	l/s-ha	l/s	l/s-ha	l/s			
CP1	CP2	0,29	4,19	1,21	0,15	0,02	0,30	0,05	1,29	1,50	0,0015
CP2	CP3	0,33	4,17	1,36	0,15	0,03	0,30	0,06	1,45	1,50	0,0015
CP3	CP4	0,39	4,14	1,63	0,15	0,03	0,30	0,07	1,73	1,73	0,0017
CP4	CP5	0,50	4,11	2,07	0,15	0,04	0,30	0,08	2,19	2,19	0,0022
CP5	CP6	0,59	4,09	2,41	0,15	0,05	0,30	0,09	2,54	2,54	0,0025
CP6	CP7	0,92	3,98	3,64	0,15	0,08	0,30	0,15	3,87	3,87	0,0039
CP7	CP8	0,96	3,97	3,81	0,15	0,08	0,30	0,16	4,06	4,06	0,0041
CP8	CP9	1,06	3,94	4,18	0,15	0,09	0,30	0,18	4,45	4,45	0,0044
CP9	CP10	1,39	3,88	5,39	0,15	0,12	0,30	0,23	5,74	5,74	0,0057
CP10	CP11	1,64	3,84	6,32	0,15	0,13	0,30	0,27	6,72	6,72	0,0067
CP11	CP12	1,59	3,84	6,12	0,15	0,13	0,30	0,27	6,52	6,52	0,0065
CP12	CP13	1,82	3,84	7,00	0,15	0,13	0,30	0,27	7,40	7,40	0,0074
CP13	CP14	1,66	3,84	6,37	0,15	0,13	0,30	0,27	6,77	6,77	0,0068
CP14	CP15	2,12	3,84	8,16	0,15	0,13	0,30	0,27	8,56	8,56	0,0086

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Se determinaron los caudales de diseño de la nueva red de alcantarillado principal, en el caso que el caudal calculado fue menor a 1.5 l/s, se adoptó el valor límite. Los resultados se muestran en la Tabla 2.12.

En la Tabla 2.13 se establecieron las pendientes que tendrán cada tramo de tuberías, siguiendo las normas establecidas en la Tabla 1.8. Como pendiente mínima se debe tomar un valor de 0.3%. Además, se estableció el diámetro interno de tubería, 200 mm, para esta red principal, según lo indicado en la Tabla 1.6. Además, se evidencia que la red cumple con el criterio de que Q/Q_0 no debe ser mayor a 0.85.

Tabla 2.13 Coeficientes de Pendiente y de Q/Q_0 en la Nueva Red Principal.

Pozos de Análisis		Longitud	Longitud Acumulada	Caudal de Diseño	Pendiente de Diseño (S)	D diseño	D Nominal	D interno	Espesor	Qo	Vo	Rho	Q/Qo	Condición	v/Vo	d/D
		m	m	m ³ /s	m/m	m	m	m	m	m	m ³ /s	m/s	m		Q/Qo<= 0.85	
CP1	CP2	9,83	9,83	0,0015	0,006	0,06	0,22	0,2	0,01	0,037	1,17	0,05	0,04	OK	0,427	0,165
CP2	CP3	20,26	30,09	0,0015	0,006	0,06	0,22	0,2	0,01	0,037	1,17	0,05	0,04	OK	0,427	0,165
CP3	CP4	18,86	48,95	0,0017	0,006	0,06	0,22	0,2	0,01	0,037	1,17	0,05	0,05	OK	0,427	0,165
CP4	CP5	20,57	69,52	0,0022	0,006	0,07	0,22	0,2	0,01	0,037	1,17	0,05	0,06	OK	0,427	0,165
CP5	CP6	82,54	152,06	0,0025	0,005	0,08	0,22	0,2	0,01	0,034	1,07	0,05	0,08	OK	0,54	0,248
CP6	CP7	13,74	165,80	0,0039	0,004	0,09	0,22	0,2	0,01	0,030	0,95	0,05	0,13	OK	0,6	0,298
CP7	CP8	17,91	183,71	0,0041	0,004	0,09	0,22	0,2	0,01	0,030	0,95	0,05	0,14	OK	0,57	0,27
CP8	CP9	21,19	204,90	0,0044	0,004	0,10	0,22	0,2	0,01	0,030	0,95	0,05	0,15	OK	0,656	0,346
CP9	CP10	61,76	266,66	0,0057	0,004	0,11	0,22	0,2	0,01	0,030	0,95	0,05	0,19	OK	0,656	0,346
CP10	CP11	15,68	282,34	0,0067	0,004	0,11	0,22	0,2	0,01	0,030	0,95	0,05	0,22	OK	0,68	0,37
CP11	CP12	21,67	304,01	0,0065	0,004	0,11	0,22	0,2	0,01	0,030	0,95	0,05	0,22	OK	0,68	0,37
CP12	CP13	36,8	340,81	0,0074	0,003	0,12	0,22	0,2	0,01	0,026	0,83	0,05	0,29	OK	0,72	0,417
CP13	CP14	27,76	368,57	0,0068	0,003	0,12	0,22	0,2	0,01	0,026	0,83	0,05	0,26	OK	0,7	0,393
CP14	CP15	31,98	400,55	0,0086	0,003	0,13	0,22	0,2	0,01	0,026	0,83	0,05	0,33	OK	0,7	0,393

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.14 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en la Nueva Red Principal.

Pozos de Análisis		Rh/Rho	H/D	Condición	v	Condición	Condición	v ² /2g	Rh	T	Condición
				H/D <= 0.85	m/s	V _{mín} >= 0.5 m/s	V _{máx} <= 5 m/s	m	m	N/m ²	τ >= 1.2 N/m ²
CP1	CP2	0,41	0,102	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,021	1,21	τ está OK
CP2	CP3	0,41	0,102	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,021	1,21	τ está OK
CP3	CP4	0,41	0,102	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,021	1,21	τ está OK
CP4	CP5	0,41	0,102	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,021	1,21	τ está OK
CP5	CP6	0,586	0,17	D está OK	0,58	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,017	0,029	1,44	τ está OK
CP6	CP7	0,686	0,213	D está OK	0,57	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,017	0,034	1,35	τ está OK
CP7	CP8	0,63	0,188	D está OK	0,54	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,015	0,032	1,24	τ está OK
CP8	CP9	0,768	0,251	D está OK	0,63	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,020	0,038	1,51	τ está OK
CP9	CP10	0,768	0,251	D está OK	0,63	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,020	0,038	1,51	τ está OK
CP10	CP11	0,809	0,273	D está OK	0,65	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,022	0,040	1,59	τ está OK
CP11	CP12	0,809	0,273	D está OK	0,65	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,022	0,040	1,59	τ está OK
CP12	CP13	0,886	0,314	D está OK	0,60	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,018	0,044	1,30	τ está OK
CP13	CP14	0,848	0,294	D está OK	0,58	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,017	0,042	1,25	τ está OK
CP14	CP15	0,848	0,294	D está OK	0,58	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,017	0,042	1,25	τ está OK

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Se evidencia en la Tabla 2.14 que se cumple con los criterios de Autolimpieza dentro de la tubería, además de que la pendiente es la adecuada, por lo cual la Fuerza Tractiva posee valores mayores a 1.2 N/m².

En la Tabla 2.15, se presenta información acerca de la cota a la cual estarán ubicadas las cámaras rediseñadas para la nueva Red Principal de Alcantarillado Sanitario.

Tabla 2.15 Cotas de las Cámaras de la Nueva Red Principal.

Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)		Cota Terreno		Cota Lomo (Corona)		Cota Lamina de Agua		Cota de Invert		Cota de Energía	
					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
CP1	CP2	0,020	1,12	Flujo Supercrítico	3,81	3,73	3,006	2,947	2,829	2,770	2,796	2,737	2,842	2,783
CP2	CP3	0,020	1,12	Flujo Supercrítico	3,73	3,80	2,947	2,825	2,770	2,648	2,737	2,615	2,783	2,661
CP3	CP4	0,020	1,12	Flujo Supercrítico	3,80	3,74	2,825	2,712	2,648	2,535	2,615	2,502	2,661	2,548
CP4	CP5	0,020	1,12	Flujo Supercrítico	3,74	3,77	2,712	2,589	2,535	2,412	2,502	2,379	2,548	2,425
CP5	CP6	0,034	1,00	Flujo Supercrítico	3,77	3,83	2,568	2,155	2,407	1,995	2,358	1,945	2,425	2,012
CP6	CP7	0,043	0,88	Flujo Subcrítico	3,83	3,74	2,146	2,091	1,995	1,940	1,936	1,881	2,012	1,957
CP7	CP8	0,038	0,89	Flujo Subcrítico	3,74	3,78	2,091	2,019	1,935	1,863	1,881	1,809	1,950	1,878
CP8	CP9	0,050	0,90	Flujo Subcrítico	3,78	3,74	1,999	1,914	1,858	1,773	1,789	1,704	1,878	1,793
CP9	CP10	0,050	0,90	Flujo Subcrítico	3,74	3,95	1,914	1,667	1,773	1,526	1,704	1,457	1,793	1,546
CP10	CP11	0,055	0,89	Flujo Subcrítico	3,95	3,82	1,661	1,598	1,525	1,462	1,451	1,388	1,546	1,484
CP11	CP12	0,055	0,89	Flujo Subcrítico	3,82	3,95	1,598	1,511	1,462	1,375	1,388	1,301	1,484	1,397
CP12	CP13	0,063	0,76	Flujo Subcrítico	3,95	4,07	1,505	1,395	1,378	1,268	1,295	1,185	1,397	1,286
CP13	CP14	0,059	0,76	Flujo Subcrítico	4,07	4,23	1,395	1,311	1,263	1,180	1,185	1,101	1,280	1,197
CP14	CP15	0,059	0,76	Flujo Subcrítico	4,23	3,28	1,311	1,215	1,180	1,084	1,101	1,005	1,197	1,101

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.16 Volúmenes de Excavación y Relleno para las Cámaras de la Nueva Red Principal.

Pozos de Análisis		Profundidad a Corona		Profundidad total de excavación		Ancho de Zanja	Volumen Total de excavación	Volumen de Desalojo (considerando Factor de esponjamiento)	Volumen de Arena	Volumen de Mejoramiento
		Inicial	Final	Inicial	Final	m	m3	m3	m3	m3
CP1	CP2	0,80	0,78	1,12	1,10	0,82	8,95	9,39	4,62	4,54
CP2	CP3	0,78	0,98	1,10	1,30	0,82	19,90	20,89	9,53	10,89
CP3	CP4	0,98	1,03	1,30	1,35	0,82	20,45	21,48	8,87	12,16
CP4	CP5	1,03	1,18	1,35	1,50	0,82	24,00	25,20	9,68	15,04
CP5	CP6	1,20	1,67	1,52	1,99	0,82	118,68	124,61	38,83	83,85
CP6	CP7	1,68	1,65	2,00	1,97	0,82	22,34	23,46	6,46	16,67
CP7	CP8	1,65	1,76	1,97	2,08	0,82	29,70	31,18	8,42	22,33
CP8	CP9	1,78	1,83	2,10	2,15	0,82	36,88	38,72	9,97	28,25
CP9	CP10	1,83	2,29	2,15	2,61	0,82	120,34	126,35	29,05	95,85
CP10	CP11	2,29	2,22	2,61	2,54	0,82	33,15	34,81	7,38	27,06
CP11	CP12	2,22	2,44	2,54	2,76	0,82	47,14	49,50	10,19	38,79
CP12	CP13	2,45	2,68	2,77	3,00	0,82	87,00	91,35	17,31	73,18
CP13	CP14	2,68	2,92	3,00	3,24	0,82	70,97	74,52	13,06	60,81
CP14	CP15	2,92	2,06	3,24	2,38	0,82	73,72	77,40	15,04	61,61

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Hasta la Tabla 2.16 finaliza el rediseño de la Red Principal, sin embargo, este no fue el único ramal rediseñado.

Además de intervenir la red principal, fue necesario realizar el rediseño de algunas redes secundarios, las que mediante la inspección de campo, se pudo constatar que se encuentran en mal estado y que el flujo de agua no circula libremente, por lo cual se necesita un rediseño. En total fueron 4 los ramales secundarios que necesitan rehabilitación. Estos ramales son RSA, RSD, RSF, RSI. En los planos adjuntos en los anexos, se refleja la ubicación, además de la distribución antigua y actual de los mismos.

Es importante señalar que el rediseño del ramal RSF, se debe a la construcción del nuevo edificio, lo que, de no tomar las debidas precauciones, puede generar grandes colapsos en el sistema. Se usa la misma metodología empleada para el rediseño de la red principal de alcantarillada, desarrollada anteriormente, sin embargo, es necesario señalar que, el diámetro interno de las tuberías para estos ramales es de 160 mm.

Otra diferencia notable en este tipo de pozos de inspección, comparados con las cámaras de inspección que conforman la red principal, es que la excavación de la primera caja de registro está a 0.88 m de profundidad. Se muestra a continuación las tablas de diseño de los ramales secundarios intervenidos.

REDISEÑO DEL RAMAL RSA

Este ramal recibe las aguas residuales provenientes de la lubricadora y la lavandería, sector que ha sido considerado como industrial dentro de la base. Existe una trampa de grasa para alivianar los sólidos y residuos que puedan generarse en estas edificaciones, sin embargo, la trampa de grasa se encuentra a falta de mantenimiento.

Tabla 2.17 Caudales Aportantes al ramal RSA.

Pozos de Análisis		Área Parcial	Área Subtotal	Caudal Doméstico				Caudal Industrial			Caudal Comercial			Caudal Institucional		
				Densidad	Población Acumulada	Q medio	Q medio	Área	Q industrial	Q industrial	Área	Q comercial	Q comercial	Área	Q institucional	Q institucional
				hab/ha	hab	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s
RSA1	RSA2	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,02	1,25	0,03			0,00			0,00
RSA2	CP5	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,02	1,25	0,03			0,00			0,00

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.18 Caudal de Diseño del ramal RSA.

Pozos de Análisis		Caudal Máximo			Caudal de Infiltración		Caudal Ilícito		Caudal Calculado	Caudal Adoptado	Caudal Adoptado
		Q (dom+ind+com+inst)	M	Qmáx	Qinfiltración	Qinfiltración	Qilícito	Qilícito			
		l/s		l/s	l/s-ha	l/s	l/s-ha	l/s			
RSA1	RSA2	0,03	4,50	0,12	0,15	0,00	0,30	0,01	0,12	1,50	0,0015
RSA2	CP5	0,03	4,50	0,13	0,15	0,00	0,30	0,01	0,14	1,50	0,0015

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.19 Coeficientes de Pendiente y de Q/Q_o en ramal RSA.

Pozos de Análisis		Longitud	Longitud Acumulada	Caudal de Diseño	Pendiente de Diseño (S)	D diseño	D Nominal	D interno	Espesor	Q _o	V _o	Rho	Q/Q _o	Condición	v/V _o	d/D
		m	m	m ³ /s	m/m	m	m	m	m	m ³ /s	m/s	m		Q/Q _o ≤ 0.85		
RSA1	RSA2	27,15	27,15	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSA2	CP5	8,12	35,27	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.20 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en el ramal RSA.

Pozos de Análisis		Rh/Rho	H/D	Condición	v	Condición	Condición	v ² /2g	Rh	T	Condición
				H/D ≤ 0.85	m/s	V _{mín} ≥ 0.5 m/s	V _{máx} ≤ 5 m/s	m	m	N/m ²	τ ≥ 1.2 N/m ²
RSA1	RSA2	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSA2	CP5	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.21 Cotas de las cámaras del ramal RSA.

Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)		Cota Terreno		Cota Lomo (Corona)		Cota Lámina de Agua		Cota de Invert		Cota de Energía		Profundidad a Corona	
					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
RSA1	RSA2	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,71	3,78	3,114	2,951	2,980	2,817	2,947	2,784	2,993	2,830	0,60	0,83
RSA2	CP5	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,78	3,77	2,951	2,902	2,817	2,768	2,784	2,735	2,830	2,781	0,83	0,86

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.22 Volúmenes de Excavación y Relleno para las cámaras del ramal RSA.

Pozos de Análisis		Profundidad total de excavación		Ancho de Zanja	Volumen Total de excavación	Volumen de Desalojo (considerando Factor de esponjamiento)	Volumen de Arena	Volumen de Mejoramiento
		Inicial	Final					
RSA1	RSA2	0,88	1,10	0,775	20,82	21,86	11,45	9,84
RSA2	CP5	1,10	1,14	0,775	7,05	7,41	3,42	3,81

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

REDISEÑO DEL RAMAL RSF

El ramal presentado a continuación, será el encargado de trasladar las aguas residuales provenientes de la nueva infraestructura habitacional y sus edificaciones aledañas, hacia la red principal, para finalmente terminar en el colector principal de Interagua.

Tabla 2.23 Caudales Aportantes al ramal RSF.

Pozos de Análisis		Área Parcial	Área Subtotal	Caudal Doméstico				Caudal Industrial			Caudal Comercial			Caudal Institucional		
				Densidad	Población Acumulada	Q medio	Q medio	Área	Q industrial	Q industrial	Área	Q comercial	Q comercial	Área	Q institucional	Q institucional
				hab/ha	hab	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s
RSF1	RSF2	0,05	0,05	2271	104	4,21	0,19			0,00			0,00			0,00
RSF2	RSF3	0,05	0,09	2271	209	4,21	0,39			0,00			0,00			0,00
RSF3	RSF4	0,03	0,12	2271	281	4,21	0,52			0,00			0,00			0,00
RSF4	CP10	0,00	0,12	2271	281	4,21	0,52			0,00			0,00			0,00

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.24 Caudal de Diseño del ramal RSF.

Pozos de Análisis		Caudal Máximo			Caudal de Infiltración		Caudal Ilícito		Caudal Calculado	Caudal Adoptado	Caudal Adoptado
		Q (dom+ind+com+inst)	M	Qmáx	Q infiltración	Q infiltración	Q ilícito	Qilícito			
		l/s		l/s	l/s-ha	l/s	l/s-ha	l/s			
RSF1	RSF2	0,19	4,24	0,81	0,15	0,01	0,30	0,01	0,84	1,50	0,0015
RSF2	RSF3	0,39	4,14	1,60	0,15	0,01	0,30	0,03	1,64	1,64	0,0016
RSF3	RSF4	0,52	4,09	2,13	0,15	0,02	0,30	0,04	2,19	2,19	0,0022
RSF4	CP10	0,52	4,09	2,13	0,15	0,02	0,30	0,04	2,19	2,19	0,0022

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.25 Coeficientes de Pendiente y de Q/Q_0 en ramal RSF.

Pozos de Análisis		Longitud	Longitud Acumulada	Caudal de Diseño	Pendiente de Diseño (S)	D diseño	D Nominal	D interno	Espesor	Q_0	V_0	Rho	Q/Q_0	Condición	v/V_0	d/D
		m	m	m ³ /s	m/m	m	m	m	m	m ³ /s	m/s	m		$Q/Q_0 \leq 0.8$		
RSF1	RSF2	15,92	15,92	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSF2	RSF3	17,67	33,59	0,0016	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,08	OK	0,505	0,22
RSF3	RSF4	18,35	51,94	0,0022	0,006	0,07	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,11	OK	0,553	0,258
RSF4	CP10	20,56	72,50	0,0022	0,006	0,07	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,11	OK	0,553	0,258

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.26 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en el ramal RSF.

Pozos de Análisis		Rh/Rho	H/D	Condición	v	Condición	Condición	$v^2/2g$	Rh	T	Condición
				$H/D \leq 0.85$	m/s	$V_{mín} \geq 0.5 \text{ m/s}$	$V_{máx} \leq 5$	m	m	N/m ²	$\tau \geq 1.2 \text{ N/m}^2$
RSF1	RSF2	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSF2	RSF3	0,53	0,151	D está OK	0,51	Cumple Autolimpieza	No hay	0,013	0,021	1,25	τ está OK
RSF3	RSF4	0,606	0,179	D está OK	0,56	Cumple Autolimpieza	No hay	0,016	0,024	1,43	τ está OK
RSF4	CP10	0,606	0,179	D está OK	0,56	Cumple Autolimpieza	No hay	0,016	0,024	1,43	τ está OK

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.27 Cotas de las cámaras del ramal RSF.

Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)		Cota Terreno		Cota Lomo (Corona)		Cota Lamina de Agua		Cota de Invert		Cota de Energía		Profundidad a Corona	
					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
RSF1	RSF2	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	4,07	3,93	3,474	3,378	3,340	3,245	3,307	3,211	3,353	3,257	0,60	0,55
RSF2	RSF3	0,024	1,05	Flujo Supercrítico	3,93	3,95	3,376	3,270	3,244	3,138	3,209	3,103	3,257	3,151	0,55	0,68
RSF3	RSF4	0,029	1,06	Flujo Supercrítico	3,95	3,86	3,262	3,151	3,135	3,025	3,094	2,984	3,151	3,041	0,69	0,70
RSF4	CP10	0,029	1,06	Flujo Supercrítico	3,86	3,95	3,151	3,028	3,025	2,902	2,984	2,861	3,041	2,918	0,70	0,92

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.28 Volúmenes de Excavación y Relleno para las cámaras del ramal RSF.

Pozos de Análisis		Profundidad total de excavación		Ancho de Zanja	Volumen Total de excavación	Volumen de Desalojo (considerando Factor de esponjamiento)	Volumen de Arena	Volumen de Mejoramiento
		Inicial	Final	m	m3	m3	m3	m3
RSF1	RSF2	0,88	0,82	0,775	10,48	11,00	6,71	3,96
RSF2	RSF3	0,83	0,95	0,775	12,19	12,80	7,45	4,98
RSF3	RSF4	0,96	0,98	0,775	13,81	14,50	7,74	6,38
RSF4	CP10	0,98	1,20	0,775	17,36	18,22	8,67	9,12

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

REDISEÑO DEL RAMAL RSD

Tabla 2.29 Caudales Aportantes al ramal RSD.

Pozos de Análisis		Área Parcial	Área Subtotal	Caudal Doméstico				Caudal Industrial			Caudal Comercial			Caudal Institucional		
				Densidad	Población Acumulada	Q medio	Q medio	Área	Q industrial	Q industrial	Área	Q comercial	Q comercial	Área	Q institucional	Q institucional
				hab/ha	hab	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s
RSD1	RSD2	0,03	0,03	669	23	1,24	0,04			0,00			0,00			0,00
RSD2	RSD3	0,03	0,07	669	45	1,24	0,08			0,00			0,00			0,00
RSD3	RSD4	0,03	0,10	669	67	1,24	0,12			0,00			0,00			0,00
RSD4	RSD5	0,03	0,13	669	90	1,24	0,17			0,00			0,00			0,00
RSD5	CP9	0,03	0,17	669	112	1,24	0,21			0,00			0,00			0,00

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.30 Caudal de Diseño del ramal RSD.

Pozos de Análisis		Caudal Máximo			Caudal de Infiltración		Caudal Ilícito		Caudal Calculado	Caudal Adoptado	Caudal Adoptado
		Q (dom+ind+com+inst)	M	Qmáx	Qinfiltración	Qinfiltración	Qilícito	Qilícito			
		l/s		l/s	l/s-ha	l/s	l/s-ha	l/s			
RSD1	RSD2	0,04	4,37	0,18	0,15	0,01	0,30	0,01	0,20	1,50	0,0015
RSD2	RSD3	0,08	4,32	0,36	0,15	0,01	0,30	0,02	0,39	1,50	0,0015
RSD3	RSD4	0,12	4,29	0,53	0,15	0,02	0,30	0,03	0,58	1,50	0,0015
RSD4	RSD5	0,17	4,26	0,71	0,15	0,02	0,30	0,04	0,77	1,50	0,0015
RSD5	CP9	0,21	4,23	0,88	0,15	0,03	0,30	0,05	0,96	1,50	0,0015

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.31 Coeficientes de Pendiente y de Q/Q_o en ramal RSD.

Pozos de Análisis		Longitud	Longitud Acumulada	Caudal de Diseño	Pendiente de Diseño (S)	D diseño	D Nominal	D interno	Espesor	Q _o	V _o	Rho	Q/Q _o	Condición	v/V _o	d/D
		m	m	m ³ /s	m/m	m	m	m	m	m ³ /s	m/s	m		Q/Q _o ≤ 0.85		
RSD1	RSD2	6,18	6,18	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSD2	RSD3	28,59	34,77	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSD3	RSD4	19,14	53,91	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSD4	RSD5	19,11	73,02	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSD5	CP9	8,06	81,08	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.32 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en el ramal RSD.

Pozos de Análisis		Rh/Rho	H/D	Condición	v	Condición	Condición	v ² /2g	Rh	T	Condición
				H/D ≤ 0.85	m/s	V _{mín} ≥ 0.5 m/s	V _{máx} ≤ 5 m/s	m	m	N/m ²	τ ≥ 1.2 N/m ²
RSD1	RSD2	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSD2	RSD3	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSD3	RSD4	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSD4	RSD5	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSD5	CP9	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.33 Cotas de las cámaras del ramal RSD.

Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)		Cota Terreno		Cota Lomo (Corona)		Cota Lamina de Agua		Cota de Invert		Cota de Energía		Profundidad a Corona	
					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
RSD1	RSD2	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,86	3,70	3,262	3,225	3,128	3,091	3,095	3,057	3,141	3,104	0,60	0,47
RSD2	RSD3	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,70	3,62	3,225	3,053	3,091	2,919	3,057	2,886	3,104	2,932	0,47	0,57
RSD3	RSD4	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,62	3,71	3,053	2,939	2,919	2,805	2,886	2,771	2,932	2,817	0,57	0,77
RSD4	RSD5	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,71	3,73	2,939	2,824	2,805	2,690	2,771	2,656	2,817	2,703	0,77	0,91
RSD5	CP9	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,73	3,74	2,824	2,776	2,690	2,642	2,656	2,608	2,703	2,654	0,91	0,96

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.34 Volúmenes de Excavación y Relleno para las cámaras del ramal RSD.

Pozos de Análisis		Profundidad total de excavación		Ancho de Zanja	Volumen Total de excavación	Volumen de Desalojo (considerando Factor de esponjamiento)	Volumen de Arena	Volumen de Mejoramiento
		Inicial	Final	m	m3	m3	m3	m3
RSD1	RSD2	0,88	0,75	0,775	3,88	4,08	2,61	1,34
RSD2	RSD3	0,75	0,84	0,775	17,59	18,47	12,05	5,81
RSD3	RSD4	0,84	1,05	0,775	14,01	14,71	8,07	6,24
RSD4	RSD5	1,05	1,18	0,775	16,50	17,33	8,06	8,87
RSD5	CP9	1,18	1,24	0,775	7,56	7,94	3,40	4,37

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

REDISEÑO DEL RAMAL RSI

Tabla 2.35 Caudales Aportantes al ramal RSI.

Pozos de Análisis		Área Parcial	Área Subtotal	Caudal Doméstico				Caudal Industrial			Caudal Comercial			Caudal Institucional		
				Densidad	Población Acumulada	Qmedio	Qmedio	Área	Q industrial	Q industrial	Área	Q comercial	Q comercial	Área	Q institucional	Q institucional
				hab/ha	hab	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s	ha	l/s-ha	l/s
RSI1	RSI4	0,01	0,01	861	8	1,59	0,02			0,00	0,01	1,25	0,01			0,00
RSI2	RSI3	0,05	0,06	861	47	1,59	0,09			0,00	0,05	1,25	0,06			0,00
RSI3	RSI4	0,00	0,06	861	47	1,59	0,09			0,00	0,00	1,25	0,00			0,00
RSI4	RSI5	0,02	0,08	861	68	1,59	0,13			0,00	0,02	1,25	0,03			0,00
RSI5	CP12	0,01	0,09	861	78	1,59	0,14			0,00	0,01	1,25	0,02			0,00

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.36 Caudal de Diseño del ramal RSD.

Pozos de Análisis		Caudal Máximo			Caudal de Infiltración		Caudal Ilícito		Caudal Calculado	Caudal Adoptado	Caudal Adoptado
		Q (dom+ind+com+inst)	M	Qmáx	Qinfiltración	Qinfiltración	Q ilícito	Q ilícito			
		l/s		l/s	l/s-ha	l/s	l/s-ha	l/s			
RSI1	RSI4	0,03	4,42	0,12	0,15	0,00	0,30	0,00	0,12	1,50	0,0015
RSI2	RSI3	0,15	4,32	0,63	0,15	0,01	0,30	0,02	0,65	1,50	0,0015
RSI3	RSI4	0,09	4,32	0,38	0,15	0,01	0,30	0,02	0,40	1,50	0,0015
RSI4	RSI5	0,15	4,29	0,66	0,15	0,01	0,30	0,02	0,70	1,50	0,0015
RSI5	CP12	0,16	4,27	0,68	0,15	0,01	0,30	0,03	0,72	1,50	0,0015

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.37 Coeficientes de Pendiente y de Q/Q_o en el ramal RSI.

Pozos de Análisis		Longitud	Longitud Acumulada	Caudal de Diseño	Pendiente de Diseño (S)	D diseño	D Nominal	D interno	Espesor	Q _o	Vo	Rho	Q/Q _o	Condición	v/Vo	d/D
		m	m	m ³ /s	m/m	m	m	m	m	m ³ /s	m/s	m		Q/Q _o <= 0.85		
RSI1	RSI4	17,52	17,52	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSI2	RSI3	5,02	22,54	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSI3	RSI4	6,77	29,31	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSI4	RSI5	26,85	56,16	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21
RSI5	CP12	7,49	63,65	0,0015	0,006	0,06	0,175	0,16	0,0075	0,020	1,01	0,04	0,07	OK	0,492	0,21

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.38 Condición de Autolimpieza y Fuerza Tractiva en el ramal RSI.

Pozos de Análisis		Rh/Rho	H/D	Condición	v	Condición	Condición	v ² /2g	Rh	T	Condición
				H/D <= 0.85	m/s	V _{mín} >= 0.5 m/s	V _{máx} <= 5 m/s	m	m	N/m ²	τ >= 1.2 N/m ²
RSI1	RSI4	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSI2	RSI3	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSI3	RSI4	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSI4	RSI5	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK
RSI5	CP12	0,51	0,14	D está OK	0,50	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión	0,013	0,020	1,20	τ está OK

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.39 Cotas de las cámaras del ramal RSI.

Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)		Cota Terreno		Cota Lomo (Corona)		Cota Lámina de Agua		Cota de Invert		Cota de Energía		Profundidad a Corona	
					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
RSI1	RSI4	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,87	3,88	3,269	3,164	3,135	3,030	3,102	2,996	3,148	3,043	0,60	0,72
RSI2	RSI3	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,88	3,90	3,283	3,253	3,149	3,119	3,116	3,085	3,162	3,132	0,60	0,65
RSI3	RSI4	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,90	3,88	3,253	3,212	3,119	3,078	3,085	3,045	3,132	3,091	0,65	0,67
RSI4	RSI5	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,88	3,89	3,212	3,051	3,078	2,917	3,045	2,884	3,091	2,930	0,67	0,84
RSI5	CP12	0,022	1,07	Flujo Supercrítico	3,89	3,95	3,051	3,006	2,917	2,872	2,884	2,839	2,930	2,885	0,84	0,95

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 2.40 Volúmenes de Excavación y Relleno para las cámaras del ramal RSI.

Pozos de Análisis		Profundidad total de excavación		Ancho de Zanja	Volumen Total de excavación	Volumen de Desalojo (considerando Factor de esponjamiento)	Volumen de Arena	Volumen de Mejoramiento
		Inicial	Final	m	m3	m3	m3	m3
RSI1	RSI4	0,88	0,99	0,775	12,67	13,30	7,39	5,55
RSI2	RSI3	0,88	0,92	0,775	3,50	3,67	2,12	1,45
RSI3	RSI4	0,92	0,94	0,775	4,89	5,14	2,85	2,14
RSI4	RSI5	0,94	1,11	0,775	21,37	22,43	11,32	10,55
RSI5	CP12	1,11	1,22	0,775	6,77	7,11	3,16	3,79

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Para finalizar, es importante señalar que, en el caso de la red principal, se eliminó una cámara del diseño actual en relación con el nuevo diseño, debido a la cercanía existente entre esta con la siguiente cámara. Sin embargo, se evidencia que existe la misma cantidad de cámaras principales en la red de alcantarillado actual y en la nueva, esto se debe a que se ha implementado una cámara (CP11) en el diseño nuevo, porque se dificultaba la conexión, en términos constructivos de las cámaras, debido a la existencia de un edificio ubicado sobre las tuberías encargadas de unir ambas cámaras.

En el análisis de las redes secundarias, en el ramal RSD se eliminaron 3 cajas de registro, debido a la cercanía que existe entre ellas. Se rediseñó dicha red, a fin de optimizar su funcionamiento. El mismo caso se tuvo en el ramal RSA, pero en este solo fue eliminada una caja de registro. Para el caso de las redes terciarias, si bien se encuentran colapsadas por alimentos, el sistema se encuentra en estado funcional, sin embargo, hace falta una limpieza profunda a las cámaras.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Una vez realizado el modelado hidráulico de la red de alcantarillado sanitario existente en la EIA, presentado en el capítulo anterior en las Tablas 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9; se procedió a su respectivo análisis.

Se evidencia que el modelado hidráulico no pudo ser realizado en su totalidad debido a inconsistencias en el cálculo, puesto que en las Tablas 2.7 y 2.8, se presentaron ecuaciones en las que se pedía calcular la raíz cuadrada de un número negativo, que matemáticamente no se puede hacer. La razón de este inconveniente radica en que para el cálculo se necesitan pendientes que ganen profundidad a lo largo de su longitud, lo que no se cumplió en varios tramos de la red, tal como se especifica en la Tabla 2.10.

En conclusión, mediante la tabla 2.7 y 2.8 se pudo conocer los problemas de diseño que tiene la Escuela de Infantería Aérea, lo que ocasiona el colapso de la misma.

Entre los inconvenientes encontrados se pueden detallar los siguientes:

- No se cumple con la pendiente mínima para este tipo de tuberías de PVC y diámetro entre 160 y 200 mm, el cual es de 0.3%, tal como lo indica la Tabla 1.8.
- Se presentan casos de contrapendiente en las tuberías de ciertos tramos, es decir, tuberías en dirección ascendente, por lo tanto, las cámaras no funcionen a gravedad, y al no evidenciarse bombas de presión, se conlleva a que las cámaras colapsen en temporada invernal.
- La condición de velocidad mínima es otro factor que no se cumple en varios tramos del diseño actual, lo que impide que se produzca autolimpieza en las tuberías. El mínimo valor que puede tener la tubería es 0.5 m/s, según la Tabla 1.7, para material PVC, lo cual no se cumple.
- Las dimensiones de la tubería son insuficientes en ciertos tramos de la red, poseen un diámetro de 100 mm, mientras que, según la Tabla 1.6, el diámetro mínimo en colectores principales es de 200 mm.
- La fuerza tractiva que se presenta en la red no es la adecuada en varios tramos, debido a que el mínimo valor que puede tomar es 1.2 N/m².
- Además, los pozos de inspección se encuentran en mal estado y a falta de mantenimiento, esto se constató mediante la visita de campo.

Al final, una vez conocidos todos los inconvenientes que se presentan en la red actual, y otorgado el diagnóstico profesional, se optó por realizar un rediseño completo del sistema de alcantarillado sanitario de la zona, a fin de brindar un óptimo funcionamiento a la red y rehabilitar los pozos de inspección necesarios. Se rediseñó la red principal por completo. Se procuró colocar las cámaras en el mismo lugar que se encuentran ubicadas las actuales, a fin de generar ahorros en el presupuesto.

De igual manera, se rediseñaron algunos ramales de la red secundaria, en total fueron cuatro ramales, debido a las malas condiciones en las que se encontraban las cajas de registro, la acumulación de sedimentos evidenciada y el mal funcionamiento de las mismas. El costo total de la obra es de \$114625,10, y se lo detalla en la sección de presupuestos en la parte de los anexos.

REDISEÑO DE LA RED PRINCIPAL.

Se conoce que el colector de Interagua ubicado en la Av. Pedro Menéndez Gilbert, el cual receipta las aguas residuales totales de la base, tiene una cota de invert de 0.76 m sobre el nivel del mar, este dato fue proporcionado por Interagua. La conexión del rediseño presentado, con el colector de Interagua, está a 1.005 m sobre el nivel del mar. Al estar la conexión a un nivel superior del fondo del colector, implica que no es necesario el uso de bombas de presión para trasladar el fluido hacia el mismo, sino que se lo realizará por gravedad.

La red principal de alcantarillado sanitario rediseñada tendrá la siguiente vista de perfil

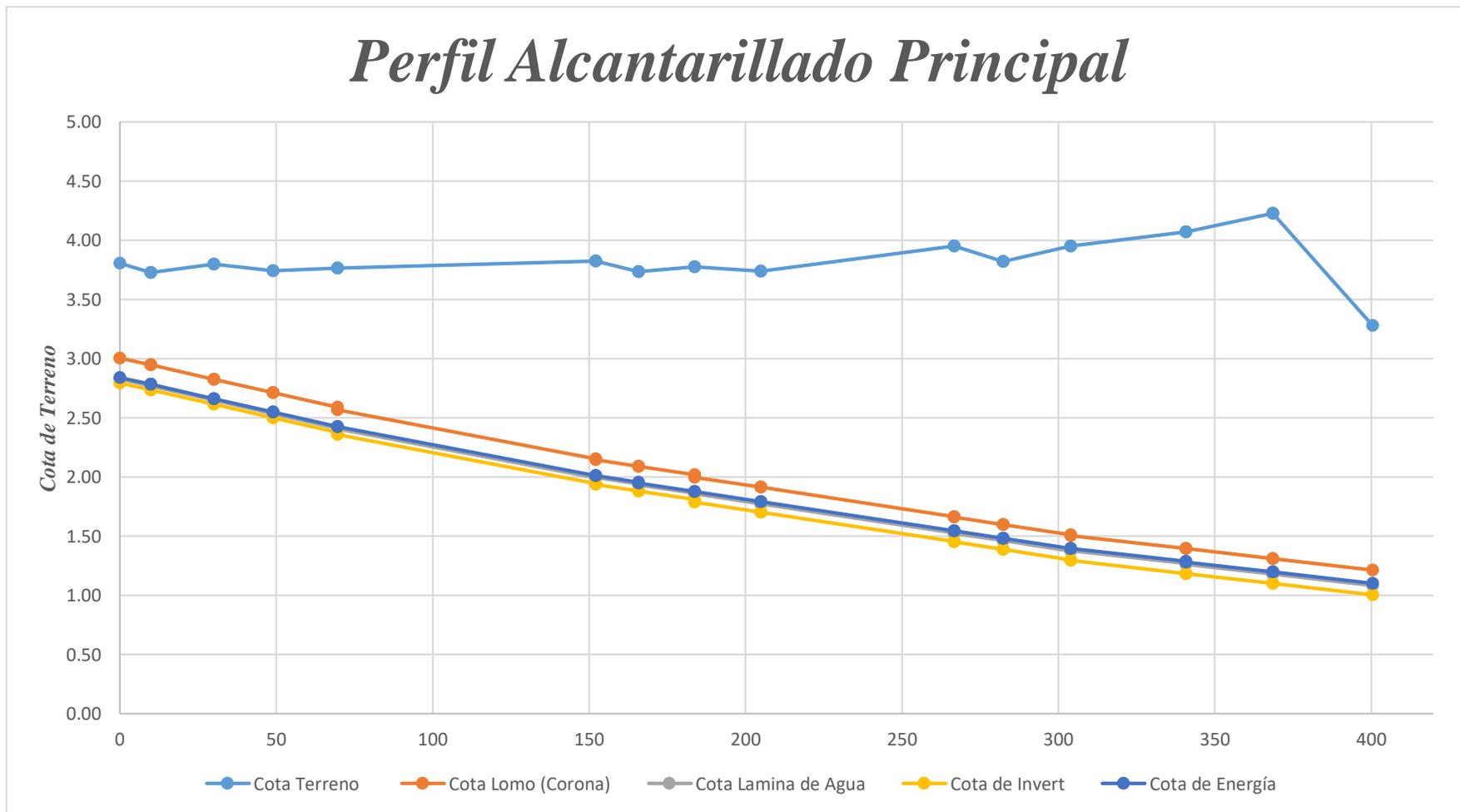


Figura 3.1 Perfil de la red Principal.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

En la Figura 3.2, se evidencia la comparación entre la situación actual del sistema de alcantarillado sanitario (Verde) y la red de alcantarillado propuesta (Amarillo), en términos de invert.

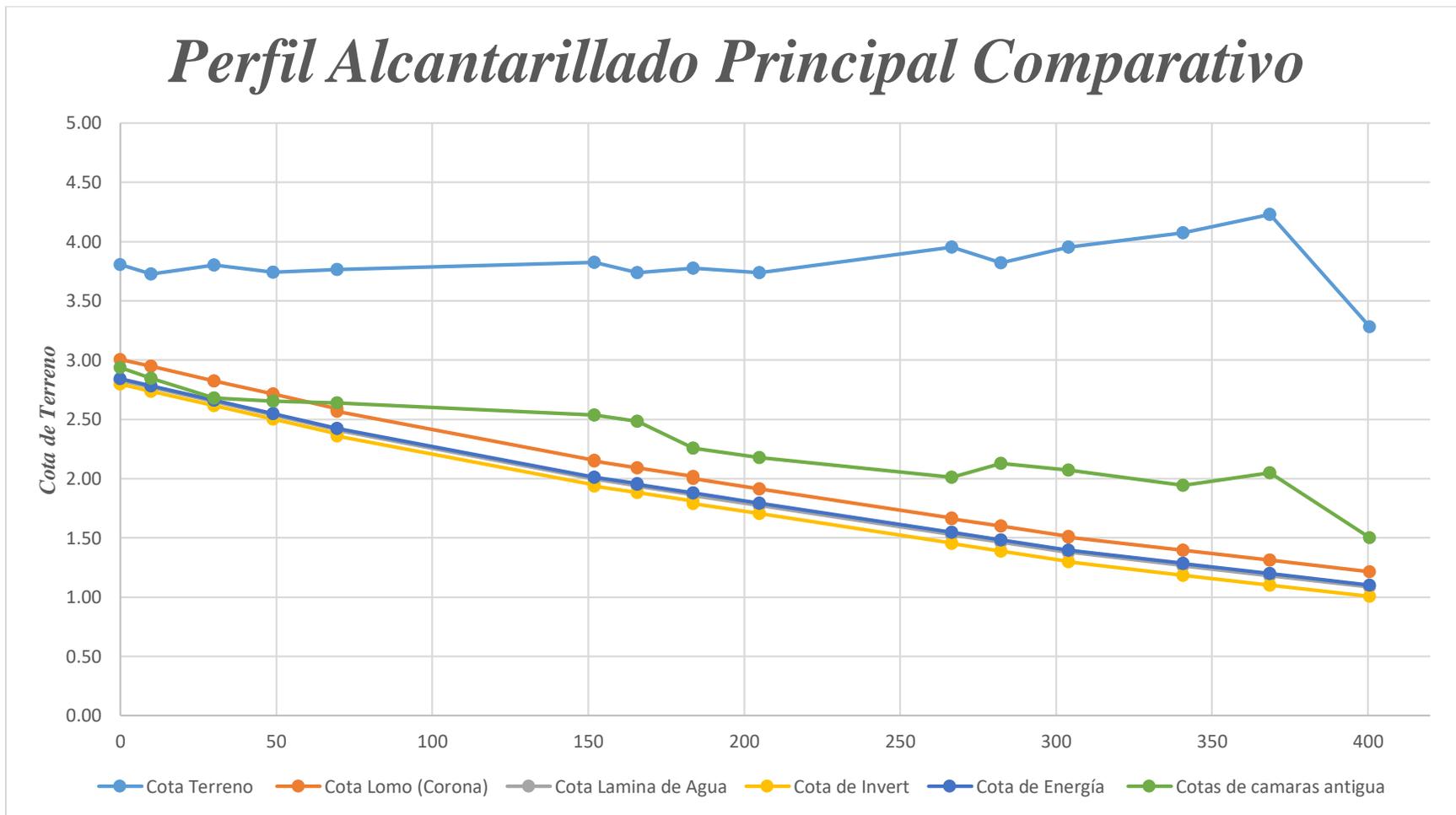


Figura 3.2 Red Principal Actual vs Red Principal Rediseñada.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Mediante la figura 3.2, se puede realizar una comparación visual, en donde, se denota claramente que, la red de alcantarillado propuesta tiene armonía y pendiente adecuada en cada uno de sus tramos, mientras que, para el caso del sistema de alcantarillado actual, se presentan tramos donde la pendiente está en forma ascendente, lo cual es incorrecto según el Manual de Interagua.

REDISEÑO DE LA RED SECUNDARIA.

Para el caso del rediseño de las redes secundarias de alcantarillado sanitario, se presentan a continuación los perfiles de los ramales intervenidos.

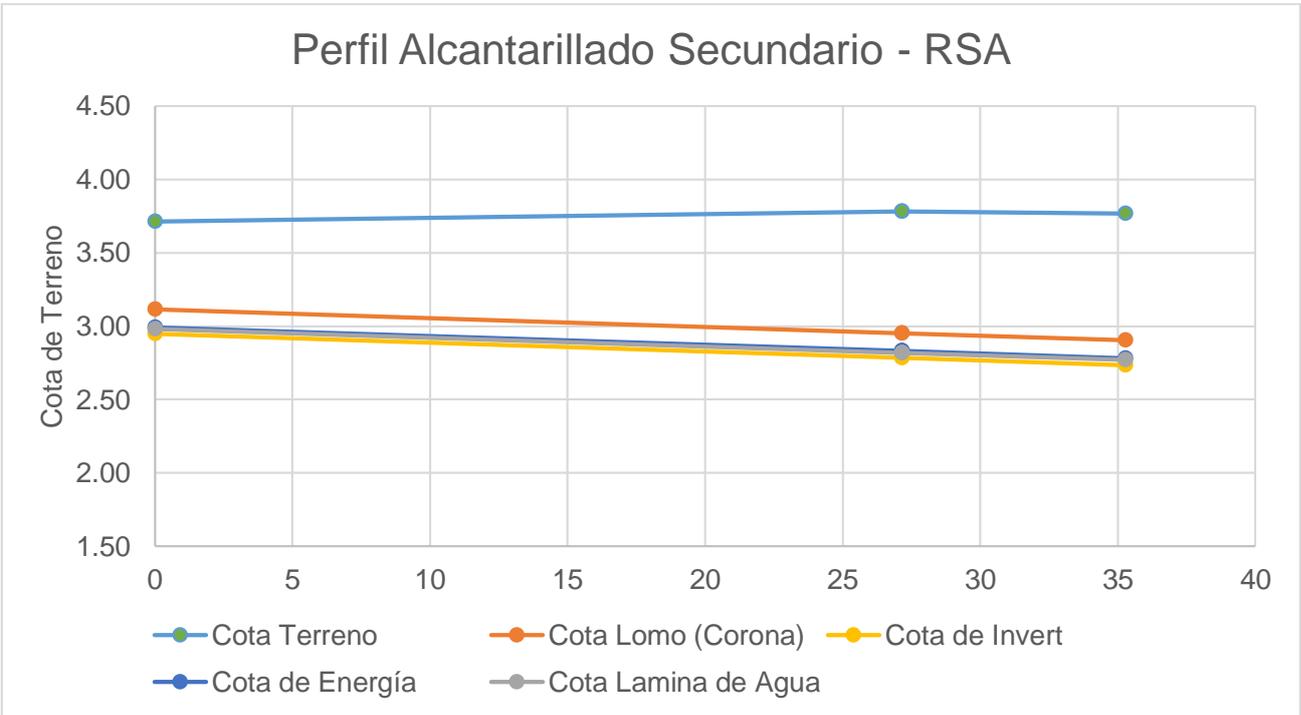


Figura 3.3 Perfil del ramal RSA
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

En este tramo se tienen dos cajas de registro encargadas de transportar las aguas residuales provenientes de la lubricadora y la lavandería, las cuales se interconectarán con la cámara principal CP5.

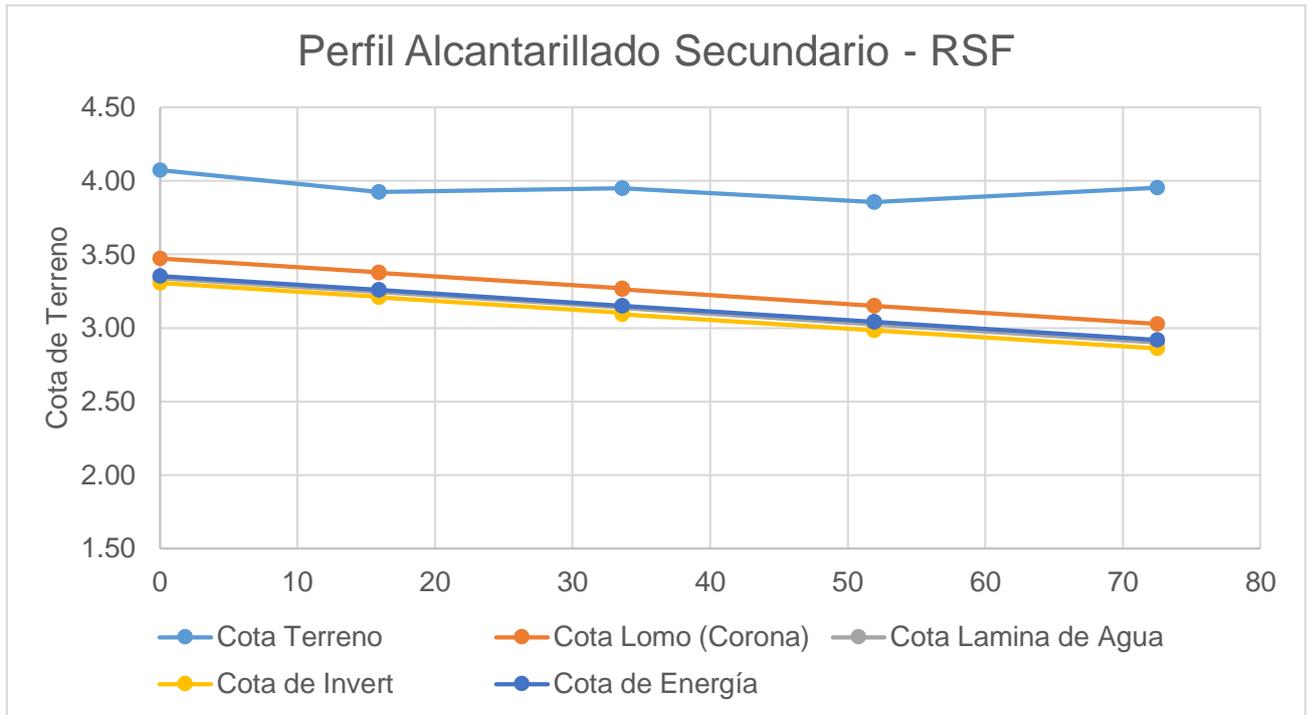


Figura 3.4 Perfil del ramal RSF.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

En el ramal RSF se tiene presencia del nuevo edificio, se ha reducido el número de cajas de registro, actualmente existen cinco en ese tramo, mientras que, con el nuevo diseño, el objetivo es que solo existan cuatro, a fin de reducir el presupuesto en la construcción y el de mantenimiento de las mismas, además eliminar las cajas excedentes, a fin de optimizar su funcionamiento.

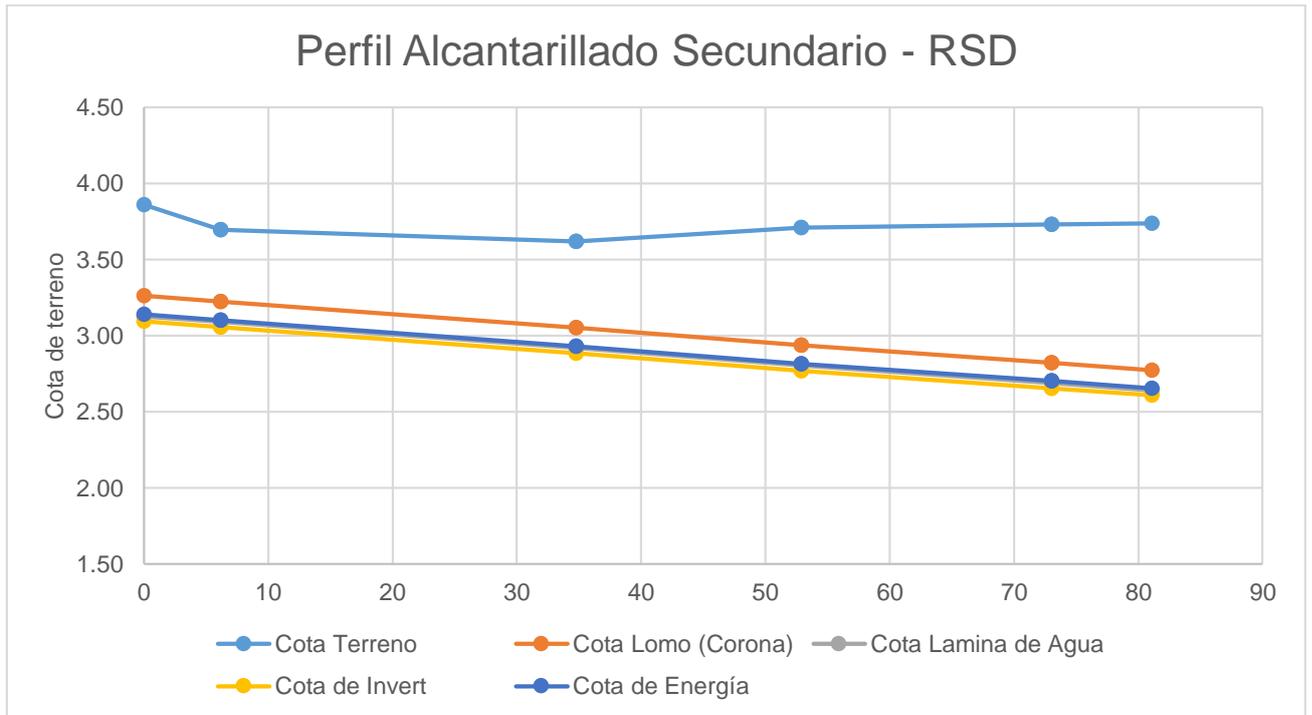


Figura 3.5 Perfil del ramal RSD.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Para el ramal RSD, que se encuentra en el área de los dormitorios, y recibe el agua residual doméstica, se ha cambiado el sentido del flujo, a fin de que siga el de la red principal. Actualmente este ramal transporta las aguas a la cámara CP8, sin embargo, en el nuevo diseño y con los cambios realizados, este caudal de agua será receptado por la cámara CP9, a fin de evitar que se sobrepase la capacidad de recolección de líquido por parte de la cámara.

Además, se ha reducido la cantidad de cajas de registro en la zona, actualmente existen 10 cajas de registro, sin embargo, el nuevo diseño plantea que sean 5 las cajas que se encarguen de la recolección del agua, y su posterior traslado a la cámara CP9.

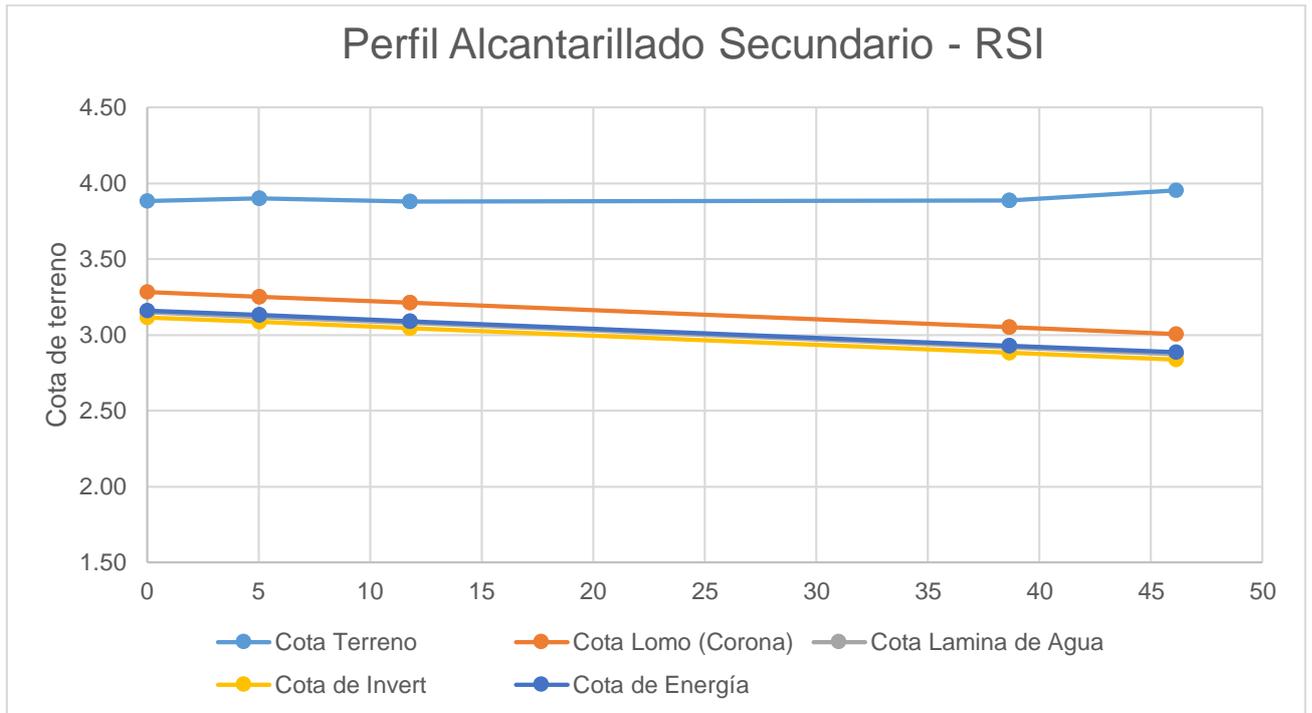


Figura 3.6 Perfil del ramal RSI.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

El ramal RSI ha sido variado debido al estado que presentan las cajas y a que la cámara CP12, que recibe el caudal proveniente de este ramal, fue cambiado de posición, con el objetivo de permitir la conexión entre las cámaras, de una forma más directa y sencilla. El número actual de cajas de registro en la zona es de 6, sin embargo se optó por eliminar una, debido a que se encuentra muy cercana a otra caja, además está totalmente colapsada.

El resumen de las características de los pozos de inspección, obtenidas mediante el rediseño del sistema de alcantarillado sanitario, se presenta a continuación, en las Tablas 3.1, 3.2 y 3.3.

Tabla 3.1 Cámaras de la Red Principal Rediseñada.

	CAMARAS	COORDENADAS UTM	PROFUNDIDAD (m)	DIAMETRO (m)	COTA	COTA PROF CAMARA
PRINCIPALES	CP1	624668 E	1,01	1,3	3,806	2,80
		9761750 N				
	CP2	624664 E	0,99	1,3	3,727	2,74
		9761741 N				
	CP3	624657 E	1,19	1,3	3,801	2,62
		9761722 N				
	CP4	624647 E	1,24	1,3	3,742	2,50
		9761706 N				
	CP5	624634 E	1,39	1,3	3,765	2,38
		9761690 N				
	CP6	624615 E	1,88	1,3	3,825	1,95
		9761610 N				
	CP7	624607 E	1,86	1,3	3,737	1,88
		9761598 N				
CP8	624600 E	1,97	1,3	3,777	1,81	
	9761582 N					
CP9	624591 E	2,04	1,3	3,74	1,70	
	9761563 N					
CP10	624586 E	2,50	1,3	3,953	1,46	
	9761501 N					
CP11	624570 E	2,43	1,3	3,822	1,39	
	9761502 N					
CP12	624571 E	2,65	1,3	3,953	1,30	
	9761480 N					
CP13	624534 E	2,89	1,3	4,073	1,18	
	9761480 N					
CP14	624506 E	3,13	1,3	4,229	1,10	
	9761480 N					

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 3.2 Cajas de la Red Secundaria Rediseñada.

	CAMARAS	COORDENADAS UTM	PROFUNDIDAD (m)	ANCHOxBASE (mxm)	COTA	PROF CAMARA
SECUNDARIAS	RSA1	624667 E	0,73	0.7x0.7	3,714	2,980
		9761681 N				
	RSA2	624642 E	1,00	0.7x0.7	3,78	2,784
		9761693 N				
	RSB1	624647 E	0,46	0.5x0.5	4,205	3,745
		9761603 N				
	RSB2	624638 E	0,48	0.6x0.6	4,094	3,614
		9761606 N				
	RSB3	624628 E	0,74	0.55x0.5	4,179	3,439
		9761609 N				
	RSC1	624622 E	0,44	0.6x0.6	3,895	3,455
		9761585 N				
	RSD1	624566 E	0,77	0.7x0.7	3,862	3,094
		9761606 N				
	RSD2	624561 E	0,64	0.7x0.7	3,696	3,057
		9761606 N				
	RSD3	624548 E	0,73	0.7x0.7	3,62	2,886
		9761580 N				
	RSD4	624566 E	0,94	0.7x0.7	3,711	2,771
		9761572 N				
	RSD5	624584 E	1,07	0.7x0.7	3,73	2,656
		9761564 N				
	RSE1	624598 E	0,47	0.65x0.65	3,778	3,308
		9761594 N				
	RSF1	624629 E	0,77	0.7x0.7	4,074	3,306
		9761527 N				
	RSF2	624614 E	0,72	0.7x0.7	3,927	3,211
		9761531 N				
RSF3	624597 E	0,85	0.7x0.7	3,954	3,107	
	9761539 N					
RSF4	624590 E	0,87	0.7x0.7	3,855	2,984	
	9761521 N					
RSG1	624535 E	0,32	0.55x0.65	3,915	3,595	
	9761506 N					
RSG2	624535 E	0,32	0.55x0.65	3,914	3,594	
	9761505 N					
RSG3	624543 E	0,36	0.35x1.32	3,813	3,453	
	9761503 N					
RSG4	624552 E	0,26	0.5x0.5	3,783	3,523	
	9761504 N					

	CAMARAS	COORDENADAS UTM	PROFUNDIDAD (m)	ANCHOxBASE (mxm)	COTA	PROF CAMARA
SECUNDARIAS	RSG5	624560 E	0.59	0.65x0.65	3.996	3.406
		9761504 N				
	RSG6	624566 E	0.64	0.6x0.6	4.003	3.363
		9761504 N				
	RSG7	624572 E	0.70	0.55x0.55	4	3.300
		9761504 N				
	RSG8	624573 E	0.40	0.34x0.3	4.007	3.607
		9761513 N				
	RSH1	624510 E	1.44	0.75x0.6	3.647	2.212
		9761519 N				
	RSH2	624518 E	0.30	0.45x0.45	3.951	3.651
		9761506 N				
	RSH3	624512 E	0.41	0.5x0.5	3.984	3.574
		9761506 N				
	RSH4	624510 E	1.80	0.55x0.5	3.986	2.186
		9761502 N				
	RSI1	624622 E	0.77	0.6x0.6	3.869	3.101
		9761487 N				
	RSI2	624612 E	0.77	0.65x0.65	3.883	3.115
		9761480 N				
	RSI3	624606 E	0.82	0.6x0.6	3.901	3.085
		9761480 N				
	RSI4	624604 E	0.88	0.9x0.75	3.88	2.996
		9761486 N				
	RSI5	624577 E	1.00	0.86x0.78	3.887	2.884
		9761485 N				
	RSJ1	624527 E	0.30	0.55x0.55	4.496	4.196
		9761476 N				
RSJ2	624519 E	0.34	0.55x0.55	4.451	4.111	
	9761476 N					
RSJ3	624507 E	0.37	0.75x0.75	4.476	4.106	
	9761475 N					
RSJ4	624504 E	0.32	0.4x0.4	4.475	4.155	
	9761475 N					
RSJ5	624503 E	0.30	0.4x0.4	4.47	4.170	
	9761475 N					
RSJ6	624504 E	0.38	0.4x0.4	4.479	4.099	
	9761470 N					
RSJ7	624504 E	0.35	0.4x0.4	4.471	4.121	
	9761465 N					
RSJ8	624504 E	0.33	0.4x0.4	4.487	4.157	
	9761460 N					

		CAMARAS	COORDENADAS UTM	PROFUNDIDAD (m)	ANCHOxBASE (mxm)	COTA
SECUNDARIAS	RSJ9	624512 E	0.30	0.4x0.4	4.496	4.196
		9761460 N				
	RSK1	624529 E	0.58	0.6x0.6	3.992	3.412
		9761448 N				
	RSK2	624535 E	0.49	1.05x0.55	4.033	3.548
		9761454 N				
	RSL1	624507 E	0.77	1.3x0.75	4.424	3.654
		9761394 N				
	RSL2	624508 E	1.05	0.9x0.9	4.494	3.444
		9761420 N				
	RSL3	624508 E	1.23	0.8x0.8	4.361	3.131
		9761448 N				

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 3.3 Cajas de Red Terciaria Rediseñada.

	CAMARAS	COORDENADAS UTM	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO x BASE (m x m)	COTA	PROF CAMARA
TERCIARIAS	RTA1	624512 E	0.28	0.55x0.4	4.399	4.119
		9761349 N				
	RTA2	624504 E	0.32	0.6x0.65	4.442	4.122
		9761349 N				
	RTA3	624503 E	0.39	0.7x0.4	4.418	4.028
		9761363 N				
	RTA4	624508 E	0.47	0.5x0.5	4.427	3.957
		9761371 N				
	RTA5	624508 E	0.59	0.5x0.5	4.428	3.838
		9761372 N				
	RTA6	624507 E	0.68	0.5x0.5	4.428	3.748
		9761381 N				
	RTA7	624508 E	0.59	0.5x0.5	4.431	3.841
		9761382 N				
	RTA8	624496 E	0.31	0.45x0.4	4.339	4.029
		9761400 N				

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante el presente trabajo se ha podido determinar en qué condiciones se encuentra el actual sistema de alcantarillado sanitario en la EIA, a su vez identificar las razones por las que se generan los colapsos e inundaciones en la base. Todo esto permite otorgar una solución apropiada, mediante las normas establecidas en el manual de Interagua, que es la entidad encargada actualmente del sistema sanitario de la ciudad de Guayaquil, y que a su vez dicha solución implique la inversión de la menor cantidad de dinero posible.

4.1 CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis y diagnóstico del estado actual del sistema de alcantarillado sanitario existente, del cual se desprende problemas en la operación del sistema, dado que se encontraron tramos de tubería con diámetros de 100 mm, y en otros casos se observó problemas de contrapendiente entre cámaras.
- De la misma manera, se encontraron cámaras colapsadas de lodos, lo que conlleva a un mal funcionamiento del sistema, así como, cámaras cubiertas con material asfáltico en las vías, y otras debajo de obras civiles construidas.
- Posteriormente se tomaron datos en campo para la realización del diseño del sistema de alcantarillado, dando como resultado el funcionamiento óptimo del sistema a gravedad con tuberías de diámetro de 200 mm, descargando al colector del sistema de Interagua ubicado en la Av. Pedro Menéndez Gilbert.
- Es de anotar que los resultados obtenidos como velocidades, diámetros, pendientes, entre otros, cumplen con las normas técnicas de SENAGUA.
- Desde el punto de vista ambiental, el proyecto de rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario de la Escuela de Infantería Aérea, de acuerdo al Sistema Único de Información Ambiental, corresponde a un “Certificado Ambiental”, con grado de impacto ambiental no significativo.
- El costo total del proyecto es de aproximadamente \$114625,10 más IVA.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la limpieza de las cámaras y cajas que conforman la red de alcantarillado sanitario existente, mediante la ayuda de un Hidrocleaner.
- Se sugiere el mantenimiento de las trampas de grasa existentes al menos 2 veces al año, para evitar su colapso.
- Se recomienda la rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario, según el diseño realizado en la presente investigación.
- La EIA no posee un sistema de alcantarillado pluvial, por lo que es imperante el diseño y construcción del mismo.
- Se recomienda que, para el diseño de redes de alcantarillado sanitario, la pendiente de la tubería siga la pendiente del terreno, con el fin de evitar excavaciones excesivas y así disminuir el presupuesto de la obra.
- Se prohíbe colocar cualquier tipo de material sobre las cámaras que forman parte del sistema de alcantarillado sanitario, dado que éstas deben recibir mantenimiento de manera regular.
- Se recomienda considerar factor de esponjamiento y de compactación para los volúmenes de excavación y relleno, que ayudarán a determinar el presupuesto de obra.

BIBLIOGRAFÍA

- (CONAGUA), C. N. (1994). *Manual de Agua potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México D.F.
- Ambiental., S. Ú. (2013). *Guía de buenas prácticas ambientales para el sector de la construcción menor o igual a veinte mil metros*. Quito.
- Ambiente, M. d. (13 de Diciembre de 2018). *Sistema Único de Información Ambiental*. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/>
- Construcción, N. E. (2015). *NEC-SE-DS Diseño Sismo Resistente*. Quito: MIDUVI.[Links]. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-DS.pdf>
- Interagua. (2015). *Manual de Diseño de Redes de Alcantarillado*. Guayaquil.
- Interagua. (2015). *Norma Técnica de Servicios, Excavaciones*. Guayaquil.
- Jiménez, J. (2013). *Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. México: Universidad Veracruzana. Recuperado el 2018, de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=MANUAL+PARA+EL+DISE%3C%91O+DE+SISTEMAS+DE+AGUA+POTABLE+Y+ALCANTARILLA+DO+SANITARIO&btnG=#d=gs_cit&p=&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AN2nhyuhCIKAJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des
- López, C. &. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado*. Bogotá: Panamericana de Formas e Impresos SA. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=L%3C%B3pez%2C+C.+%26.+%281995%29.+Elementos+de+dise%3C%B1o+para+acueductos+y+al+cantarillado.+Bogot%3C%A1%3A+Panamericana+de+Formas+e+Impresos+SA.&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AGnyYNUO0GecJ%3A
- Organización Panamericana de la Salud, y. C. (2005). *Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado*. Lima: CEPIS, O. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Organizaci%3C%B3n+Panamericana+de+la+Salud%2C+y.+C.+%282005%29.+Gu%3C%ADas+para+el+Dise%3C%B1o+de+Tecnolog%3C%ADas+de+Alcantarillado.+Lima%3A+C+EPIS%2C+O.&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3Aqd9IX

CAPÍTULO 5

5. APÉNDICES

5.1 REGULARIZACIÓN AMBIENTAL

Todo proyecto de ingeniería civil genera un impacto al medio ambiente, por lo cual el estado ha establecido que para que la obra pueda ejecutarse necesita obligatoriamente un permiso ambiental, el cual puede ser un certificado ambiental, un registro ambiental o una licencia ambiental, esto dependiendo de la actividad que se vaya a realizar y magnitud de impacto que tenga la obra sobre el ambiente.

Los permisos ambientales mencionados anteriormente, se encuentran categorizados según su impacto ambiental, en orden de menor a mayor. Es decir, para una obra que genere un bajo impacto ambiental será necesario un certificado ambiental, mientras que, si se trata de una obra civil de gran envergadura, la cual genera un alto impacto ambiental, será necesario la emisión de una licencia ambiental.

El órgano regulador de este tipo de actividades es el SUIA (Sistema Único de Información Ambiental), quien determina qué tipo de documentación se requiere para legalizar una obra civil, además de ser la institución encargada de la emisión de los mismos.

Para nuestro proyecto, según el SUIA, se necesita un certificado ambiental, debido a que no es una actividad que genere un gran impacto sobre el ambiente, además de ser una documentación que puede emitirse sin costo alguno.



Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Descripción de la actividad	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE ALCANTARILLADO (INCLUYE PLANTA DE TRATAMIENTO)
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Figura 5.1 Categorización Ambiental.

Fuente: SUIA. (2018)

Una vez determinado el tipo de permiso ambiental que se necesita y las medidas de mitigación, se debe proceder a completar un formulario para la obtención de tal documento. El formulario requerido se adjunta a continuación.

FORMULARIO DE CERTIFICADO AMBIENTAL

TRAMITE (suia)	CERTIFICADO AMBIENTAL
FECHA	Enero-2018
PROPONENTE	Eduardo Elao – Roger Miranda
ENTE RESPONSABLE	ESPOL

Certificado Ambiental 1. <u>Información del proyecto</u> 2. Datos generales 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	1. INFORMACION DEL PROYECTO		
	1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Fases y nombre proyecto)		
	DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)		
	1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	Código de catalogo	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE ALCANTARILLADO (NO INCLUYE PLANTA DE TRATAMIENTO)	
	XXXX		
1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad, máximo 100 palabras)			
Se plantea realizar una rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario existente en la Escuela de Infantería Aérea mediante un nuevo diseño del mismo, en donde se pretende reubicar el nivel de las tuberías debido a las nuevas pendientes propuestas, garantizando así un funcionamiento óptimo de la red.			

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	2. DATOS GENERALES		
	SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)		
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD
	624719.458 m	9761819.121 m	2.86
	624792.352 m	9761780.642 m	2.89
	624561.347 m	9761342.546 m	4.15
	624484.897 m	9761334.500 m	4.10
ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)			
<input type="checkbox"/>	Construcción		
<input checked="" type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación		
<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento		

	<input type="checkbox"/> Cierre y Abandono	
	DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD	
	Av. Pedro Menéndez Gilbert, colindante con el puente de la Unidad Nacional.	
	PROVINCIA	CANTON
	GUAYAS	GUAYAQUIL
	PARROQUIA	
TARQUI		
TIPO DE ZONA		
Urbana	<input checked="" type="checkbox"/>	
Rural	<input type="checkbox"/>	

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	DATOS DEL PROMOTOR			
	NOMBRE			
	ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA			
	CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR		TELEFONO/CELULAR	
	N/D		042 294134	
	DOMICILIO DEL PROMOTOR			
	Avenida Pedro Menéndez Gilbert, junto al puente de la Unidad Nacional.			
	CARACTERISTICAS DE LA ZONA			
	Infraestructura:			
	<input type="checkbox"/> Industrial			
	<input checked="" type="checkbox"/> Otros: Urbana			
	DESCRIPCION DE LA ZONA			
	El terreno tiene aproximadamente 7 hectáreas, es un terreno plano, con gran vegetación en ciertas zonas, se encuentra junto al Río Daule, por lo cual el nivel freático de la zona está ligado al nivel del mar. Cuenta con zonas industriales como lubricadoras y lavanderías, además zonas domiciliarias como las habitaciones de los militares que habitan el lugar, y finalmente zonas comerciales como restaurantes, oficinas y piscina. Se ubica al pie de la Avenida Pedro Menéndez Gilbert, por donde circula una gran cantidad de vehículos.			
	ESPACIO FISICO DEL PROYECTO			
	Área del proyecto (m ²)		21829.51	Área de implantación (m ²)
Agua potable	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Consumo de agua por mes (m ³)	---
Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Consumo energía eléctrica por mes (Kw/h)	---
Acceso vehicular	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Vías Principales	

	Alcantarillado	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	Tipo de vías:	Vías Secundarias	<input checked="" type="checkbox"/>
SITUACION DEL PREDIO								
		<input type="checkbox"/>	Alquiler					
		<input type="checkbox"/>	Concesionadas					
		<input type="checkbox"/>	Propia					
		<input checked="" type="checkbox"/>	Otros (vial – público)					

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. <u>Descripción del proceso</u> 4. Descripción del área de implantación	3. DESCRIPCION DE PROCESOS – FASES				
	FASE	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FIN	DESCRIPCION
	Construcción	Replanteo de tuberías y cámaras.	03/06/2019	07/06/2018	Consiste en demarcar el área de trabajo según lo especificado en el plano de diseño.
	Construcción	Rotura de carpeta de hormigón asfáltico y losa de hormigón hidráulico.	03/06/2019	07/06/2019	Consiste en romper y retirar la capa de hormigón presente en la zona, ya sea asfáltico o hidráulico.
	Construcción	Retiro de capa vegetal.	03/06/2019	07/06/2019	Desalojo de plantas y matorrales que puedan interferir en procesos venideros en el área de trabajo.
	Construcción	Excavación y retiro de tuberías.	10/06/2019	21/06/2019	Desalojo y remoción de material presente en el sitio mediante maquinaria o con mano de obra, donde serán colocadas las nuevas tuberías.
	Construcción	Colocación de tuberías.	17/06/2019	12/07/2019	Colocación en campo de las tuberías especificadas, verificando que se cumplan los invertos establecidos en el diseño.
	Construcción	Relleno de zanja excavada.	24/06/2019	05/07/2019	Reposición del material excavado una vez colocadas las tuberías.
	Construcción	Construcción de cámaras de registro.	17/06/2019	26/07/2019	Se construirá una losa de hormigón de

					dimensiones 2x2x0.2m, la cual soportará el cuerpo de la cámara circular de diámetro 1.30 m, espesor 0.15 m y profundidad variable según el diseño. Además de la losa que soporta la tapa de la cámara.
	Construcción	Construcción de cajas de registro.	17/06/2019	21/06/2019	Se construirá una losa de hormigón sección cuadrada con dimensiones de 0.85x0.85x0.1 m, con el fin que soporte la estructura de la caja domiciliaria, la cual tiene dimensiones de 0.7x0.7x0.1 y profundidad variable según el diseño.
	Construcción	Reposición de capa de hormigón asfáltico e hidráulico.	22/07/2019	09/08/2019	Consiste en restablecer las condiciones del sitio que ha sido removido para la colocación de tuberías.
	Construcción	Reposición de la capa vegetal	07/08/2019	09/08/2019	Consiste en replantar la vegetación existente antes de realizar las excavaciones. A fin de minimizar los impactos que puedan generarse al ambiente.
	Operación	Limpieza de la Zona alrededor de los pozos de inspección.			Limpieza del área, a fin de evitar que ingresen materiales de la zona dentro del conducto sanitario, a fin de evitar obstrucción en la red.
	Operación	Limpieza a las cámaras y cajas de inspección.			Realizar un mantenimiento frecuente a los pozos de inspección, a fin de evitar la acumulación de sedimentos y a su vez la obstrucción del líquido.

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Descripción del proceso 4. <u>Descripción del área de implantación</u>	4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN	
	Clima	
	Clima	<input checked="" type="checkbox"/> Cálido - húmedo <input type="checkbox"/> Cálido - seco
	Tipo de Suelo	
Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Francos <input type="checkbox"/> Saturados	<input type="checkbox"/> Arenosos <input type="checkbox"/> Rocosos <input type="checkbox"/> Otros
Pendiente del Suelo		
Pendiente del suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%) <input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)	<input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado)
Demografía (población mas cercana)		
Demografía	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts. <input type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts. <input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.
Abastecimiento de agua población		
Abastecimiento de agua población	<input type="checkbox"/> Agua lluvia <input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria <input type="checkbox"/> Grifo publico <input type="checkbox"/> Tanquero	<input checked="" type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales <input type="checkbox"/> Pozo profundo
Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Descripción del proceso 4. <u>Descripción del área de implantación</u>		

Evacuación de aguas servidas población

Evacuación de aguas servidas población

<input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado	<input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales
<input type="checkbox"/> Fosa séptica	<input type="checkbox"/> Letrina
<input type="checkbox"/> Ninguno	

Electrificación

Electrificación

<input type="checkbox"/> Planta eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Red publica
<input type="checkbox"/> Otra	

Vialidad y acceso a la población

Vialidad y acceso a la población

<input type="checkbox"/> Caminos vecinales	<input checked="" type="checkbox"/> Vías principales
<input type="checkbox"/> Vías secundarias	<input type="checkbox"/> Otras

Organización social

Organización social

<input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)
<input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)	

Componente fauna

Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto

<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)
<input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)

Grupos faunísticos

<input checked="" type="checkbox"/> Anfibios	<input checked="" type="checkbox"/> Aves
<input checked="" type="checkbox"/> Insectos	<input type="checkbox"/> Mamíferos
<input type="checkbox"/> Peces	<input checked="" type="checkbox"/> Reptiles

Ninguna

El permiso ambiental requerido para la ejecución del proyecto, tal como se mencionó anteriormente, es un certificado ambiental, es decir, que según el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), producirá un impacto ambiental mínimo, por lo que no se necesita elaborar un plan de manejo ambiental. Sin embargo, es recomendable cumplir una guía de buenas prácticas ambientales que pueda ser usada en el proceso constructivo y operativo de la obra, a fin de reducir el impacto generado de ésta al ambiente.

Se ha tomado como referencia la Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el Sector de la Construcción Menor o Igual a Veinte Mil Metros. A continuación, se detallan las recomendaciones a seguir.

FASE DE DISEÑO.

- Para evitar contaminación y consumo debido al transporte, se recomienda realizar la compra del material en zonas cercanas al área del proyecto, a fin de evitar el alto consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes al ambiente.
- En la zona de trabajo se delimitará el área a ser intervenida colocando lonas o cobertores plásticos con el fin de minimizar las emisiones de polvo y reducir el ruido.

FASE DE CONSTRUCCIÓN.

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS.

- Usar una infraestructura propia de la institución, como centro de acopio de materiales, se recomienda que el lugar escogido sea el edificio contiguo al espacio donde será ubicado el nuevo edificio, el cual funciona como dormitorios, sin embargo, en la actualidad no se encuentra en uso.
- Se recomienda que el retiro del adoquín se realice de tal forma, que este material pueda ser reutilizado, a fin de evitar la reposición de los mismos, causando así un impacto ambiental indirecto, causada por la fabricación de los mismos.

- La maquinaria pesada debe ser usada exclusivamente en horarios de trabajo, los cuales han sido estipulados desde las 9H00 hasta las 17H00. En caso de que las maquinarias no se encuentren en funcionamiento, se deben apagar.
- Se debe tener cuidado con la mezcla de hormigón que se realice en obra, supervisar que no se desperdicie material, porque a más de perjudicar en la parte presupuestaria, se afecta al ambiente.
- En caso de material sobrante como hormigón, se debe establecer un área impermeable para el almacenamiento temporal del mismo, posteriormente será entregado a un gestor ambiental autorizado.
- Se recomienda realizar mantenimiento a la maquinaria pesada, con el objetivo de no derramar desechos de aceites en el suelo que contaminen el suelo. Se evidencia tal situación en la Figura 5.5 y 5.6.



Figura 5.2 Desechos peligrosos provenientes de la Lubricadora.

Fuente: Elao y Miranda. (2019)



Figura 5.3 Contaminación del suelo debido a desechos peligrosos.
Fuente: Elao y Miranda. (2019)

SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

- Se debe proveer al personal de EPP, a fin de evitar accidentes laborales. Se recomienda el uso de cascos resistentes para evitar lesiones que puedan ocurrir provocados por la alteración en los niveles de suelo en la zona de trabajo, botas punta de acero para reducir riesgos menores como cortaduras y golpes, chaleco reflectivo con el objetivo de dar mayor seguridad y visibilidad en los lugares donde circulan coches, tapones de oídos con el fin de proteger el oído humano de las emisiones de ruido provocados por la maquinaria en la zona de trabajo, los guantes, gafas y mascarillas ofrecerán protección para las partes más sensibles del cuerpo cuidando de la exposición cerca y prolongada de gases y vapores.
- Se debe socializar el proyecto con los trabajadores y personal de la base, a fin de informar sobre el avance de la obra y que se tomen las medidas de seguridad necesarias.
- Implementar el uso de letreros preventivos, que promuevan el uso de los EPP, con el objetivo de evitar un accidente laboral.



Figura 5.4 Utilización correcta de la maquinaria
Fuente: Manual de seguridad y salud en construcción, 2016



Figura 5.5 Utilización de guantes, mascarillas y casco en la zona de trabajo
Fuente: Manual de seguridad y salud en construcción, 2016

SEÑALES DE OBLIGACIÓN



Protección obligatoria de la vista



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria del oído



Protección obligatoria para las vías respiratorias



Protección obligatoria de los pies



Protección obligatoria de las manos



Protección obligatoria del cuerpo



Protección obligatoria de la cara



Protección individual obligatoria contra caídas



Vía obligatoria para personas



Obligación general (acompañada, si procede, de una señal adicional)

Figura 5.6 Letrero preventivo de uso de equipos de protección personal
Fuente: Normas básicas de seguridad y salud en el sector de la construcción, 2017

OCUPACIÓN Y USOS DEL SUELO.

- Recuperar la vegetación de la zona una vez culminado el trabajo, dado que se debe desalojar la cubierta vegetal debido a las excavaciones requeridas.

REDUCCIÓN DE RUIDO

- Evitar los trabajos con maquinaria pesada fuera de las horas de trabajo establecidas. El horario determinado es 09H00 a 17H00

USO RACIONAL DEL AGUA.

- Se prohíbe arrojar cualquier tipo de desechos en vertientes naturales, en este caso, la más cercana es el Río Daule.
- Se debe tener cuidado con el consumo del agua, utilizar la cantidad apropiada. Verificar que las llaves de agua no se encuentren abiertas en caso de no ser necesario.

AHORRO DE ENERGÍA-EFICIENCIA ENERGÉTICA

- La maquinaria debe estar encendida, sólo el tiempo necesario, es decir, se la debe apagar en los periodos que esta se encuentre sin uso.
- Se puede evitar el consumo de energía artificial mediante la iluminación natural, es por eso por lo que se trabaja en el horario previamente establecido, de 9H00 a 17H00, donde se aprovecha la luz solar.

GESTIÓN DE RESIDUOS.

- En el proyecto no serán generados residuos peligrosos, sin embargo, en el caso de presentarse alguno, es importante recurrir a un gestor ambiental que pueda otorgarle la disposición final.
- Adecuar un punto de acopio que cuente con techo y suelo impermeable además de rotulación, para el almacenamiento temporal de los desechos generados, los mismos que deben ser clasificados y almacenados en contenedores adecuados sean metálicos o plásticos (con tapa y rotulación) a fin de mantener el orden y así evitar mezcla de residuos.
- No desperdiciar innecesariamente el agua en la obra, implementar las 3R es decir, Reducir, Reutilizar y Reciclar, a fin de minimizar los desechos generados, una de

las formas de reutilizar material, es usar la madera utilizada en el encofrado, los materiales como la piedra y la madera que no hayan sido tratados con pintura o barnices no tóxicos, pueden ser devueltos a la naturaleza sin necesidad de ningún tratamiento previo.

5.2 PRESUPUESTO

Tabla 5.1 Presupuesto Referencial de Obra

PRESUPUESTO DE OBRA					
Obra: Diagnostico y Rehabilitación de Alcantarillado Sanitario (AA.SS) de la EIA "Escuela de Infantería Aérea" de Guayaquil				Fecha: 10/12/2018	
Ubicación: Av. Pedro Menéndez Gilbert, colindante con el puente de la Unidad Nacional.				Hoja N° 1	
Longitud total de colector: 400,55 m					
Ítem	Rubros	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1. Preliminares					
1	1.1 Señalización de seguridad	u	8,00	158,84	1270,72
2	1.2 Rotura de carpeta de hormigón asfáltico	m3	7,45	2,94	21,89
3	1.3 Rotura de losa de hormigón hidráulico	m3	65,52	4,59	300,65
4	1.4 Levantado y almacenamiento de adoquín	m2	58,65	6,55	383,91
5	1.5 Desalojo de material	m3	121,78	3,84	467,46
				Subtotal	2444,63
2. Colector Principal $\Phi = 200$ mm					
6	2.1 Replanteo de Cámaras	m2	60,00	1,55	93,00
7	2.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 200$ mm	ml	400,55	1,58	634,11
8	2.3 Excavación para tuberías $\Phi = 200$ mm	m3	713,21	2,59	1847,22
9	2.4 Instalación de tuberías $\Phi = 200$ mm	m	400,55	20,10	8050,69
10	2.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 200$ mm	m3	665,14	15,52	10322,97
11	2.6 Excavación de cámaras	m3	230,74	2,76	636,83
12	2.7 Construcción de cámaras $\phi=1,3$ m; H < 4m	u	14,00	2382,32	33352,52
13	2.8 Relleno para cámaras	m3	147,10	15,52	2282,98
14	2.9 Replanteo y recubrimiento con arena para tuberías principales	m3	32,85	14,68	482,16
15	2.10 Desalojo de material red principal	m3	1190,96	3,84	4571,65
				Subtotal	62274,13
3. Colector Secundario $\Phi = 160$ mm					
16	3.1 Replanteo de cajas 70 x 70 cm	m2	16	1,55	24,80
17	3.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 160$ mm	ml	252,50	1,58	399,73
18	3.3 Excavación para tuberías $\Phi = 160$ mm	m3	190,45	2,59	493,26
19	3.4 Instalación de tuberías $\Phi = 160$ mm	m	252,50	12,97	3274,55
20	3.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 160$ mm	m3	165,80	15,52	2573,27
21	3.6 Excavación de cajas 70 x 70 cm	m3	31,62	2,76	87,27
22	3.7 Construcción de cajas 70 x 70 cm	u	16,00	229,675	3674,80
23	3.8 Relleno para cajas 70 x 70 cm	m3	24,96	15,52	387,43
24	3.9 Replanteo y recubrimiento con arena para tuberías secundarias	m3	19,57	14,68	287,27
25	3.10 Desalojo de material red secundaria	m3	288,69	3,84	1108,17
				Subtotal	12310,55
4. Hormigones y Materiales					
26	4.1 Reposición de carpeta asfáltica	m3	7,45	195,91	1458,65
27	4.2 Reposición de losa de hormigón hidráulico	m3	65,52	168,174	11019,14
28	4.3 Reposición de material base compactado	m3	39,20	18,90	741,00
29	4.4 Reposición de material subbase compactado	m3	70,96	13,95	989,81
				Subtotal	14208,60

5. Varios					
30	5.1 Reposición de Adoquín (incluye adoquín existente)	m2	58,65	7,88	462,16
				Subtotal	462,16
				Total Costos directos	91700,08
				Total costos Indirectos (25%)	22925,02
				Costo total de obra (CD+CI)	114625,10

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.3 Apu del rubro 1.1 Señalización de seguridad

NOMBRE DEL OFERENTE:

DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE
 INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 30

RUBRO: 1.1

UNIDAD: u

DETALLE: Señalización de seguridad

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0,7	0,7	2	1,4
SUBTOTAL M					1,4
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,51	3,51	2	7,02
Albañil	1	3,55	3,55	2	7,1
SUBTOTAL N					14,12
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Letreros internos de la obra	u	1	50	50	
Hormigón Simple 180 Kg/cm2	m3	0,02755	120,52	3,32	
SUBTOTAL O					53,32
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					158,84
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					39,71
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					198,55
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					198,55

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.4 Apu del rubro 1.2 Rotura de carpeta de hormigón asfáltico

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 30

RUBRO: 1.2

UNIDAD: m²

DETALLE: Rotura de carpeta de hormigón asfáltico

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Compresor	0,4	12	4,8	0,3	1,44
SUBTOTAL M					1,44
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,51	3,51	0,3	1,05
Op. de Compresor	0,4	3,74	1,5	0,3	0,45
SUBTOTAL N					1,5
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,94
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,74
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,68
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					3,68

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.5 Apu del rubro 1.3 Rotura de losa de hormigón hidráulico

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 30

RUBRO: 1.3

UNIDAD: m2

DETALLE: Rotura de losa de hormigón hidráulico

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cortadora de piso	1	4,5	4,5	0,57	2,57
SUBTOTAL M					2,57
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Op. de Equipo Liviano	1	3,55	3,55	0,57	2,02
SUBTOTAL N					2,02
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,59
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					1,15
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,74
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					5,74

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.6 Apu del rubro 1.4 Levantado y almacenamiento de adoquín

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 30

RUBRO: 1.4

UNIDAD: m2

DETALLE: Levantado y almacenamiento de adoquín

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,3226	0,226
SUBTOTAL M					0,226
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	3,51	7,02	0,4355	3,06
Albañil	1	3,55	3,55	0,4355	1,55
Maestro Mayor en ejecución de obras	1	3,93	3,93	0,4355	1,71
SUBTOTAL N					6,32
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,55
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					1,64
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8,19
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					8,19

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.7 Apu del rubro 1.5 Desalojo de Material

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 30

RUBRO: 1.5

UNIDAD: m3

DETALLE: Desalojo de Material

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cargadora	1	28	28	0,06238	1,75
Volqueta de 9 m3	1	28	28	0,06238	1,75
SUBTOTAL M					3,05
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Operador Cargadora Frontal	1	3,93	3,93	0,06238	0,25
Ayud. de maquinaria. Engrasador o abastecedor responsable	1	3,55	3,55	0,06238	0,22
Chofer de tráiler, volqueta, tanquero, plataforma, etc.	1	5,15	5,15	0,06238	0,32
SUBTOTAL N					0,79
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,84
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,96
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,80
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					4,80

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.8 Apu del rubro 2.1 Replanteo de cámaras

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 30

RUBRO: 2.1

UNIDAD: m2

DETALLE: Replanteo de cámaras

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo de topografía	1	6	6	0,075	0,45
Equipo menor	1	0,26	0,26	0,075	0,02
Vehículo liviano	1	3,5	3,5	0,075	0,26
SUBTOTAL M					0,73
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cadenero	2	3,55	7,1	0,075	0,53
Topógrafo 2	1	3,93	3,93	0,075	0,29
SUBTOTAL N					0,82
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,55
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,39
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,94
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					1,94

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.9 Apu del rubro 2.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 200$ mm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 7 de 30

RUBRO: 2.2

UNIDAD: ml

DETALLE: Replanteo de tuberías $\Phi = 200$ mm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	0,1	0,5	0,05	0,09	0,00
Nivel	1	1,5	1,5	0,09	0,14
Teodolito	1	1,5	1,5	0,09	0,14
SUBTOTAL M					0,27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,51	3,51	0,09	0,32
Cadenero	2	3,55	7,1	0,09	0,64
Topógrafo 2	1	3,93	3,93	0,09	0,35
SUBTOTAL N					1,31
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,58
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,40
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,98
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					1,98

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.10 Apu del rubro 2.3 Excavación para tuberías $\Phi = 200$ mm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 8 de 30

RUBRO: 2.3

UNIDAD: m3

DETALLE: Excavación para tuberías $\Phi = 200$ mm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	25	25	0,08	2
SUBTOTAL M					2
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Op. de Retroexcavadora	1	3,93	3,93	0,08	0,31
Ayud. de maquinaria. Engrasador o abastecedor responsable	1	3,55	3,55	0,08	0,28
SUBTOTAL N					0,59
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,59
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,65
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,24
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					3,24

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.11 Apu del rubro 2.4 Instalación de tuberías $\Phi = 200$ mm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 9 de 30

RUBRO: 2.4

UNIDAD: m

DETALLE: Instalación de tuberías $\Phi = 200$ mm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,08333	0,06
SUBTOTAL M					0,06
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,51	3,51	0,08333	0,3
Plomero	1	3,55	3,55	0,08333	0,3
SUBTOTAL N					0,6
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tubería PVC DIN= 200 mm	m	1	16,12	16,12	
SUBTOTAL O					16,12
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16,77
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					4,19
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20,96
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					20,96

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.12 Apu del rubro 2.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 200$ mm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 10 de 30

RUBRO: 2.5

UNIDAD: m3

DETALLE: Relleno compactado Tubería $\Phi = 200$ mm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	25	25	0,11579	2,89
Vibro-apisonador	1	3,5	3,5	0,11579	0,41
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,11579	0,08
SUBTOTAL M					3,38
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	3,51	7,02	0,11579	0,81
Op. de Equipo Liviano	1	3,55	3,55	0,11579	0,41
Op. de Retroexcavadora	1	3,93	3,93	0,11579	0,46
Maestro Mayor en ejecución de obras	1	3,93	3,93	0,11579	0,46
SUBTOTAL N					2,14
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1,25	8	10	
SUBTOTAL O					10
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15,52
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					3,88
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19,40
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					19,40

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.13 Apu del rubro 2.6 Excavación de cámaras

NOMBRE DEL OFERENTE:

DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE
 INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 11 de 30

RUBRO: 2.6

UNIDAD: m³

DETALLE: Excavación de cámaras

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	25	25	0,085	2,13
SUBTOTAL M					2,13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Op. de Retroexcavadora	1	3,93	3,93	0,085	0,33
Ayud. de maquinaria. Engrasador o abastecedor responsable	1	3,55	3,55	0,085	0,3
SUBTOTAL N					0,63
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,76
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,69
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,45
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					3,45

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.14 Apu del rubro 2.7 Construcción de cámaras $\phi=1,3$ m; H < 4m

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO (AA.SS) PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 12 de 30

RUBRO: 2.7

UNIDAD: u

DETALLE: Construcción de cámaras $\phi=1,3$ m; H < 4m

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0,7	0,7	2	1,4
SUBTOTAL M					1,4
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3	3,51	10,53	2	21,06
Albañil	1	3,55	3,55	2	7,1
Maestro Mayor en ejecución de obras	1	3,93	3,93	2	7,86
SUBTOTAL N					36,02
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tapa de Hierro Fundido 24"	u	1	225	225	
Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	459,32	2,14	982,95	
Encofrado Curvo	m2	33,53	16,11	540,17	
Encofrado Recto	m2	4,31	15,51	66,85	
Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	0,84	103,83	87,22	
Hormigón Simple 280 Kg/cm2+ impermeabilizante	m3	2,57	145,51	373,96	
SUBTOTAL O					2276,14
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2313,56
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					578,39
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2891,95
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA. VALOR OFERTADO					2891,95

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.15 Apu del rubro 2.8 Relleno para cámaras

NOMBRE DEL OFERENTE:

**DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE
INFANTERÍA AÉREA (EIA)**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 13 de 30

RUBRO: 2.8

UNIDAD: m3

DETALLE: Relleno para cámaras

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	25	25	0,11579	2,89
Vibro-apisonador	1	3,5	3,5	0,11579	0,41
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,11579	0,08
SUBTOTAL M					3,38
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	3,51	7,02	0,11579	0,81
Op. de Equipo Liviano	1	3,55	3,55	0,11579	0,41
Op. de Retroexcavadora	1	3,93	3,93	0,11579	0,46
Maestro Mayor en ejecución de obras	1	3,93	3,93	0,11579	0,46
SUBTOTAL N					2,14
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1,25	8	10	
SUBTOTAL O					10
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15,52
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					3,88
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19,40
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					19,40

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.16 Apu del rubro 2.9 Replanto y recubrimiento de arena de tuberías

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 14 de 30

RUBRO: 2.9

UNIDAD: m3

DETALLE: Replanto y recubrimiento con arena para tuberías principales

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,2	0,14
SUBTOTAL M					0,14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	3,51	7,02	0,2	1,4
SUBTOTAL N					1,4
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena (en obra)	m3	1,05	12,29	12,90	
SUBTOTAL O					12,90
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de arena fina	m3	1,07	0,22	0,2354	
SUBTOTAL P					0,2354
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14,68
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					3,67
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18,35
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					18,35

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.17 Apu del rubro 2.10 Desalojo de material red principal

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 15 de 30

RUBRO: 2.10

UNIDAD: m3

DETALLE: Desalojo de material red principal

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cargadora	1	28	28	0,06238	1,75
Volqueta de 9 m3	1	28	28	0,06238	1,75
SUBTOTAL M					3,05
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Operador Cargadora Frontal	1	3,93	3,93	0,06238	0,25
Ayud. de maquinaria. Engrasador o abastecedor responsable	1	3,55	3,55	0,06238	0,22
Chofer de tráiler, volqueta, tanquero, plataforma, etc.	1	5,15	5,15	0,06238	0,32
SUBTOTAL N					0,79
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,84
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,96
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,80
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					4,80

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.18 Apu del rubro 3.1 Replanteo de cajas 70 x 70 cm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 16 de 30

RUBRO: 3.1

UNIDAD m²

DETALLE: Replanteo de cajas 70 x 70 cm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo de topografía	1	6	6	0,075	0,45
Equipo menor	1	0,26	0,26	0,075	0,02
Vehículo liviano	1	3,5	3,5	0,075	0,26
SUBTOTAL M					0,73
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cadenero	2	3,55	7,1	0,075	0,53
Topógrafo 2	1	3,93	3,93	0,075	0,29
SUBTOTAL N					0,82
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,55
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,39
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,94
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					1,94

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.19 Apu del rubro 3.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 160$ mm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 17 de 30

RUBRO: 3.2

UNIDAD ml

DETALLE: Replanteo de tuberías $\Phi = 160$ mm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	0,1	0,5	0,05	0,09	0,00
Nivel	1	1,5	1,5	0,09	0,14
Teodolito	1	1,5	1,5	0,09	0,14
SUBTOTAL M					0,27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,51	3,51	0,09	0,32
Cadenero	2	3,55	7,1	0,09	0,64
Topografo 2	1	3,93	3,93	0,09	0,35
SUBTOTAL N					1,31
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,58
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,40
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,98
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					1,98

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.20 Apu del rubro 3.3 Excavación para tuberías $\Phi = 160$ mm

NOMBRE DEL OFERENTE:

DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE
 INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 18 de 30

RUBRO: 3.3

UNIDAD: m3

DETALLE: Excavación para tuberías $\Phi = 160$ mm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	25	25	0,08	2
SUBTOTAL M					2
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Op. de Retroexcavadora	1	3,93	3,93	0,08	0,31
Ayud. de maquinaria. Engrasador o abastecedor responsable	1	3,55	3,55	0,08	0,28
SUBTOTAL N					0,59
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,59
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,65
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,24
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					3,24

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.21 Apu del rubro 3.4 Instalación de tuberías $\Phi = 160$ mm

NOMBRE DEL OFERENTE:

DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO (AA.SS) PARA LA ESCUELA DE
 INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 19 de 30

RUBRO: 3.4

UNIDAD: m

DETALLE: Instalación de tuberías $\Phi = 160$ mm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,03333	0,02
SUBTOTAL M					0,02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,51	3,51	0,03333	0,12
Albañil	1	3,55	3,55	0,03333	0,12
SUBTOTAL N					0,24
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tubo PVC Alcantarillado DNI=160 mm	m	1	9,7	9,7	
SUBTOTAL O					9,7
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9,96
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					2,49
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,45
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA. VALOR OFERTADO					12,45

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.22 Apu del rubro 3.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 160$ mm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 20 de 30

RUBRO: 3.5

UNIDAD: m3

DETALLE: Relleno compactado Tubería $\Phi = 160$ mm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	25	25	0,11579	2,89
Vibro-apisonador	1	3,5	3,5	0,11579	0,41
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,11579	0,08
SUBTOTAL M					3,38
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	3,51	7,02	0,11579	0,81
Op. de Equipo Liviano	1	3,55	3,55	0,11579	0,41
Op. de Retroexcavadora	1	3,93	3,93	0,11579	0,46
Maestro Mayor en ejecución de obras	1	3,93	3,93	0,11579	0,46
SUBTOTAL N					2,14
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1,25	8	10	
SUBTOTAL O					10
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15,52
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					3,88
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19,40
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA. VALOR OFERTADO					19,40

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.23 Apu del rubro 3.6 Excavación de cajas 70 x 70 cm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 21 de 30

RUBRO: 3.6

UNIDAD: m3

DETALLE: Excavación de cajas 70 x 70 cm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	25	25	0,085	2,13
SUBTOTAL M					2,13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Op. de Retroexcavadora	1	3,93	3,93	0,085	0,33
Ayud. de maquinaria. Engrasador o abastecedor responsable	1	3,55	3,55	0,085	0,3
SUBTOTAL N					0,63
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,76
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,69
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,45
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					3,45

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.24 Apu del rubro 3.7 Construcción de cajas 70 x 70 cm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO (AA.SS) PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 22 de 30

RUBRO: 3.7

UNIDAD: u

DETALLE: Construcción de cajas 70 x 70 cm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0,7	0,7	1	0,7
SUBTOTAL M					0,7
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	1	3,51	3,51	1	3,51
Albañil	1	3,55	3,55	1	3,55
Maestro Mayor en ejecución de obras	1	3,93	3,93	1	3,93
SUBTOTAL N					10,99
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tapa de Hormigón Armado 0.7x0.6 superior (0.67x0.57 inferior) con platina perimetral	u	1	40	40	
Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	2,19	2,14	4,69	
Encofrado Recto	m2	3,73	15,51	57,85	
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	0,72	7,26	5,23	
Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0,48	135,01	64,8	
SUBTOTAL O					172,57
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					184,26
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					46,07
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					230,33
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					230,33

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.25 Apu del rubro 3.8 Relleno para cajas 70 x 70 cm

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 23 de 30

RUBRO: 3.8

UNIDAD: m3

DETALLE: Relleno para cajas 70 x 70 cm

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1	25	25	0,11579	2,89
Vibro-apisonador	1	3,5	3,5	0,11579	0,41
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,11579	0,08
SUBTOTAL M					3,38
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	3,51	7,02	0,11579	0,81
Op. de Equipo Liviano	1	3,55	3,55	0,11579	0,41
Op. de Retroexcavadora	1	3,93	3,93	0,11579	0,46
Maestro Mayor en ejecución de obras	1	3,93	3,93	0,11579	0,46
SUBTOTAL N					2,14
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1,25	8	10	
SUBTOTAL O					10
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15,52
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					3,88
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19,40
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					19,40

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.26 Apu del rubro 3.9 Replanto y recubrimiento de arena de tuberías

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 24 de 30

RUBRO: 3.9

UNIDAD: m3

DETALLE: Replanto y recubrimiento con arena para tuberías secundarias

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,2	0,14
SUBTOTAL M					0,14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	3,51	7,02	0,2	1,4
SUBTOTAL N					1,4
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena (en obra)	m3	1,05	12,29	12,90	
SUBTOTAL O					12,90
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de arena fina	m3	1,07	0,22	0,2354	
SUBTOTAL P					0,2354
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14,68
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					3,67
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18,35
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					18,35

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.27 Apu del rubro 3.10 Desalojo de material red secundaria

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 25 de 30

RUBRO: 3.10

UNIDAD: m³

DETALLE: Desalojo de material red secundaria

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Cargadora	1	28	28	0,06238	1,75
Volqueta de 9 m3	1	28	28	0,06238	1,75
SUBTOTAL M					3,05
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Operador Cargadora Frontal	1	3,93	3,93	0,06238	0,25
Ayud. de maquinaria. Engrasador o abastecedor responsable	1	3,55	3,55	0,06238	0,22
Chofer de trailer, volqueta, tanquero, plataforma, etc.	1	5,15	5,15	0,06238	0,32
SUBTOTAL N					0,79
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,84
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					0,96
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,80
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					4,80

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.28 Apu del rubro 4.1 Reposición de carpeta asfáltica

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 26 de 30

RUBRO: 4.1

UNIDAD: m3

DETALLE: Reposición de carpeta asfáltica

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1	0,26	0,26	1,4	0,36
Rodillo Neumático	1	22	22	1,4	30,8
SUBTOTAL M					31,16
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	3	3,51	10,53	1,4	14,74
Albañil	1	3,55	3,55	1,4	4,97
Op. de Rodillo autopropulsado	1	3,74	3,74	1,4	5,24
SUBTOTAL N					24,95
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Ligante asfáltico	gal	10	1,5	15	
Hormigón asfáltico	m3	1,3	96	124,8	
SUBTOTAL O					139,8
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					195,91
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					48,98
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					248,89
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					248,89

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.29 Apu del rubro 4.2 Reposición de losa de hormigón hidráulico

NOMBRE DEL OFERENTE:

DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE
 INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 27 de 30

RUBRO: 4.2

UNIDAD: m3

DETALLE: Reposición de losa de hormigón hidráulico

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1	0,26	0,26	1,2	0,31
Concretera de un Saco	1	3,25	3,25	1,2	3,9
Vibrador	1	2,3	2,3	1,2	2,76
SUBTOTAL M					6,97
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	6	3,51	21,06	1,4	29,48
Albañil	1	3,55	3,55	1,2	4,26
Op. de Equipo Liviano	1	3,55	3,55	1,2	4,26
SUBTOTAL N					38,00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hormigón Premezclado Cemento Portland f'c = 210 kg/cm ²	m3	1,05	100	105	
Tabla de encofrado (3 usos)	Unidad	2	4	8	
Tiras de encofrado (3 usos)	Unidad	2	2	4	
Curador superficial para concreto	kg	0,1	2	0,2	
SUBTOTAL O					117,2
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de Hormigón	m3	1	6	6	
SUBTOTAL P					6
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					168,17
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					42,04
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					210,21
VALOR OFERTADO					210,21

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.30 Apu del rubro 4.3 Reposición de material base compactado

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 28 de 30

RUBRO: 4.3

UNIDAD: m3

DETALLE: Reposición de material base compactado

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas menores (5% m/o)	1	0,06	0,06		0,06
Excavadora de Oruga	1	80	80	0,0351	2,81
Rodillo Liso Vibratorio	1	50	50	0,0351	1,76
Motoniveladora	1	60	60	0,0351	2,11
Cargadora Frontal CAT 926E	1	50	50	0,0351	1,76
SUBTOTAL M					8,48
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	5	3,41	17,05	0,0351	0,60
Motoniveladora	1	3,82	3,82	0,0351	0,13
Rodillo autopropulsado	1	3,64	3,64	0,0351	0,13
Excavadora	1	3,82	3,82	0,0351	0,13
Camión de carga frontal	1	3,64	3,64	0,0351	0,13
SUBTOTAL N					1,122
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua	m3	0,1	2	0,2	
Base	m3	1,3	7	9,1	
SUBTOTAL O					9,3
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18,90
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					4,73
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR OFERTADO					23,63

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.31 Apu del rubro 4.4 Reposición de material subbase compactado

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 29 de 30

RUBRO: 4.4

UNIDAD: m3

DETALLE: Reposición de material subbase compactado

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas menores (5% m/o)	1	0,03	0,03		0,03
Excavadora de Oruga	1	80	80	0,0242	1,94
Rodillo Liso Vibratorio	1	50	50	0,0242	1,21
Motoniveladora	1	60	60	0,0242	1,45
Cargadora Frontal CAT 926E	1	50	50	0,0242	1,21
Volqueta	1	30	30	0,0242	0,73
SUBTOTAL M					6,57
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peon	5	3,41	17,05	0,0242	0,41
Motoniveladora	1	3,82	3,82	0,0242	0,09
Rodillo autopropulsado	1	3,64	3,64	0,0242	0,09
Camion de carga frontal	1	3,64	3,64	0,0242	0,09
SUBTOTAL N					0,681
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua	m3	0,1	2	0,2	
Subbase	m3	1,3	5	6,5	
SUBTOTAL O					6,7
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13,95
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					3,49
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA. VALOR OFERTADO					17,44

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.32 Apu del rubro 5.1 Reposición de adoquín (Incluye adoquín existente)

NOMBRE DEL OFERENTE:

PROYECTO: DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 30 de 30

RUBRO: 5.1

UNIDAD: m2

DETALLE: Reposición de adoquín (Incluye adoquín existente)

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramientas varias	1	0,7	0,7	0,4355	0,3
SUBTOTAL M					0,3
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón	2	3,51	7,02	0,4355	3,06
Albañil	1	3,55	3,55	0,4355	1,55
Maestro Mayor en ejecución de obras	1	3,93	3,93	0,4355	1,71
SUBTOTAL N					6,32
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena	m3	0,07	18	1,26	
SUBTOTAL O					1,26
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7,88
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 25.00 %					1,97
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9,85
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					9,85

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Costos Indirectos

(Incluye los beneficios sociales para Mano de Obra)

Tabla 5.33 Gastos de Operación.

GASTOS DE OPERACIÓN							
Gastos	1er Mes		2do Mes		3er Mes	Total	
	1er Qunicena	2da Qunicena	1er Qunicena	2da Qunicena	1er Qunicena		
Residente de obra	550	550	550	550	550	2750	
Guardia /Chofer	200	200	200	200	200	1000	
Oficina de campo (madera)	70	70	70	70	70	350	
Camioneta (Gastos de Gasolina)	70	70	70	70	70	350	
Computadoras	170	170	170	170	170	850	
Impresoras	30	30	30	30	30	150	
Escritorio	15	15	15	15	15	75	
Utileria de Oficina	30	30	30	30	30	150	
Agua	12	12	12	12	12	60	
Luz	15	15	15	15	15	75	
Telefono	10	10	10	10	10	50	
Total \$						5860,00	6,39 %

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.34 Gastos Administrativos.

GASTOS ADMINISTRATIVOS							
Gastos	1er Mes		2do Mes		3er Mes	Total	
	1er Qunicena	2da Qunicena	1er Qunicena	2da Qunicena	1er Qunicena		
Contador	275	275	275	275	275	1375	
Oficina (Alquiler)	100	100	100	100	100	500	
Guardia	200	200	200	200	200	1000	
Computadoras	180	180	180	180	180	900	
Impresoras	30	30	30	30	30	150	
Escritorio	20	20	20	20	20	100	
Secretaria	200	200	200	200	200	1000	
Utileria de Oficina	30	30	30	30	30	150	
Agua	12	12	12	12	12	60	
Luz	15	15	15	15	15	75	
Telefono	10	10	10	10	10	50	
Total \$						5360,00	5,85%

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.35 Financiamiento.

FINANCIAMIENTO	
20000	
5% Anual	1000
% Mensual	83,33
Total \$	208,33
0,23%	

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.36 Garantías.

GARANTIAS			
Anticipo (6 meses)	659,09		
Fiel Cumplimiento contrato (6 meses)	745,06		
Total \$	1404,16	1,53	%

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.37 Resumen de costos Indirectos.

COSTOS INDIRECTOS		
Gastos Administrativos	5,85	%
Gastos Operativos	6,39	%
Utilidad	10,00	%
Imprevisto	1,00	%
Financiamiento	0,23	%
Garantias	1,53	%
Total	25,00	%

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.38 Rubro 1.1 Señalización de seguridad

- 1 **Rubro:** 1.1 Señalización de seguridad
Unidad: u

Ítem	Descripción	Cantidad	
1	Entre cuarto de armamento y lavandería	1,00	
2	Entre lavandería y Cancha de volley	1,00	
3	Entre dormitorios y baños	2,00	
4	Entre farmacia y oficina	2,00	
5	EntreCP14 y CP15	2,00	
Total		8,00	u

Fuente: Elao y Miranda. (2019)



Figura 5.7 Señalización de seguridad

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.39 Rubro 1.2 Rotura de carpeta de hormigón asfaltico

- 2 **Rubro:** 1.2 Rotura de carpeta de hormigón asfaltico
Unidad: m3

Desde	Hasta	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	
CP2	CP3	1,50	20,26	0,10	3,04	
CP3	CP4	1,50	18,86	0,10	2,83	
CP6	CP6	2,00	2,00	0,10	0,40	
CP14	Bordillo	1,50	7,85	0,10	1,18	
Total					7,45	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

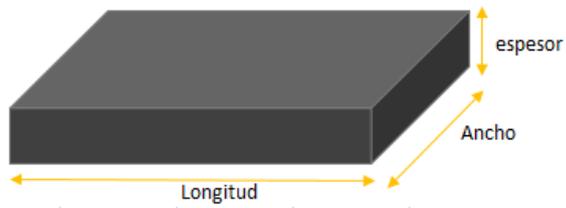


Figura 5.8 Rotura de carpeta de hormigón asfáltico

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.40 Rubro 1.3 Rotura de losa de hormigón hidráulico

- 3 **Rubro:** 1.3 Rotura de losa de hormigón hidráulico
Unidad: m3

Desde	Hasta	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	
CP5	CP6	1,5	82,54	0,15	18,57	
CP6	CP7	1,5	13,74	0,15	3,09	
CP9	CP10	1,5	61,76	0,15	13,90	
CP10	CP11	1,5	15,68	0,15	3,53	
Bordillo	CP15	1,5	13,17	0,15	2,96	
RSD2	RSD3	1,5	28,59	0,10	4,29	
RSD3	RSD4	1,5	19,14	0,10	2,87	
RSF1	RSF2	1,5	15,92	0,15	3,58	
RSF2	RSF3	1,5	17,67	0,15	3,98	
RSF3	RSF4	1,5	18,35	0,15	4,13	
RSF4	CP10	1,5	20,56	0,15	4,63	
Total					65,52	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

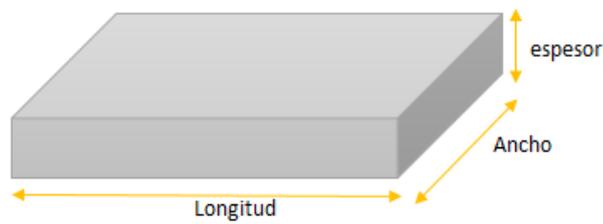


Figura 5.9 Rotura de losa de hormigón hidráulico

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.41 Rubro 1.4 Levantado y almacenamiento de adoquín

4 **Rubro:** 1.4 Levantado y almacenamiento de adoquín
Unidad: m²

Desde	Hasta	Ancho (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	
CP7	CP8	1,50	17,91	26,87	
CP8	CP9	1,50	21,19	31,79	
				58,65	m ²

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

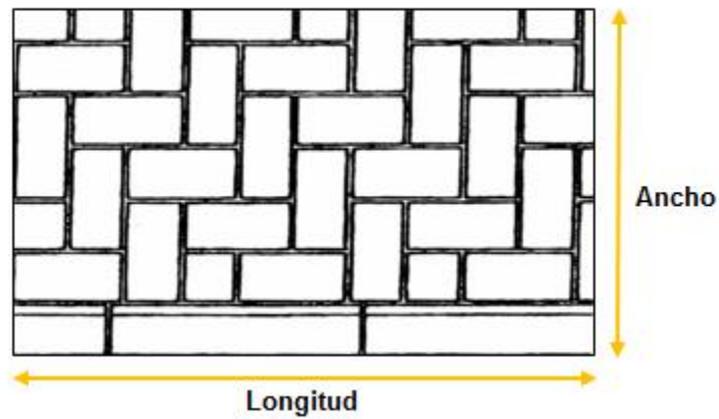


Figura 5.10 Levantado y almacenamiento de adoquín

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.42 Rubro 1.5 Desalojo de material

5 **Rubro:** 1.5 Desalojo de material

Unidad: m³

Desde	Hasta	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Volumen (m ³)	
CP2	CP3	1,50	20,26	0,10	3,04	
CP3	CP4	1,50	18,86	0,10	2,83	
CP6	CP6	2,00	2,00	0,10	0,40	
CP14	Bordillo	1,50	7,85	0,10	1,18	
CP5	CP6	1,5	82,54	0,20	24,76	
CP6	CP7	1,5	13,74	0,20	4,12	
CP9	CP10	1,5	61,76	0,20	18,53	
CP10	CP11	1,5	15,68	0,20	4,70	
Bordillo	CP15	1,5	13,17	0,20	3,95	
RSD2	RSD3	1,5	28,59	0,10	4,29	
RSD3	RSD4	1,5	19,14	0,10	2,87	
RSF1	RSF2	1,5	15,92	0,15	3,58	
RSF2	RSF3	1,5	17,67	0,15	3,98	
RSF3	RSF4	1,5	18,35	0,15	4,13	
RSF4	CP10	1,5	20,56	0,15	4,63	
Total					86,98	
Total (Esponj.)					121,78	m³

Nota: Se recomienda un factor esponjamiento de desalojo de 1,4

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

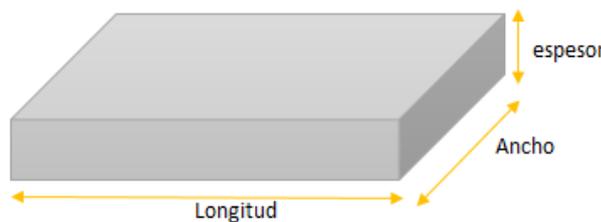


Figura 5.11 Desalojo de material

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.43 Rubro 2.1 Replanteo de Cámaras

6 **Rubro:** 2.1 Replanteo de Cámaras

Unidad: m²

Cámara	Ancho (m)	Base (m)	Área (m ²)
CP1	2	2	4
CP2	2	2	4
CP3	2	2	4
CP4	2	2	4
CP5	2	2	4
CP6	2	2	4
CP7	2	2	4
CP8	2	2	4
CP9	2	2	4
CP10	2	2	4
CP11	2	2	4
CP12	2	2	4
CP13	2	2	4
CP14	2	2	4
CP15	2	2	4
		Total	60

m²

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

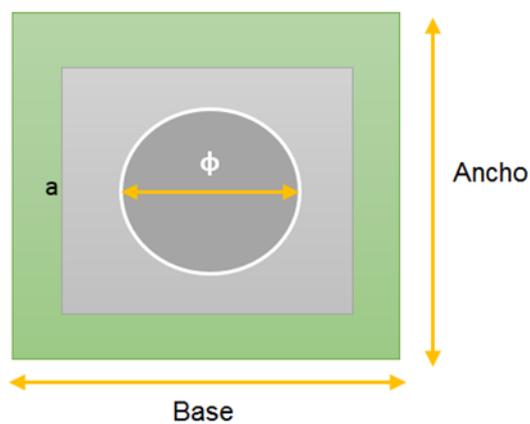


Figura 5.12 Replanteo de Cámaras

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.44 Rubro 2.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 200$ mm

7 **Rubro:** 2.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 200$ mm

Unidad: ml

Tramo		Longitud (m)
CP1	CP2	9,83
CP2	CP3	20,26
CP3	CP4	18,86
CP4	CP5	20,57
CP5	CP6	82,54
CP6	CP7	13,74
CP7	CP8	17,91
CP8	CP9	21,19
CP9	CP10	61,76
CP10	CP11	15,68
CP11	CP12	21,67
CP12	CP13	36,8
CP13	CP14	27,76
CP14	CP15	31,98
Total		400,55

ml

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

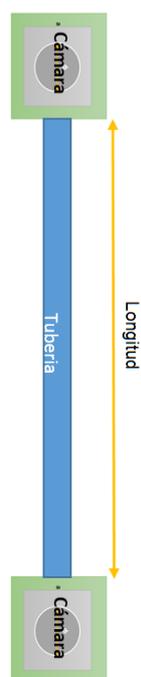


Figura 5.13 Replanteo de tuberías $\Phi = 200$ mm

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.45 Rubro 2.3 Excavación para tuberías $\Phi = 200$ mm

8 **Rubro:** 2.3 Excavación para tuberías $\Phi = 200$ mm
Unidad: m3

Tramo		Longitud (m)	Profundidad total (m)		Ancho de Zanja (m)	Volumen (m3)	
Desde	Hasta		Inicial	Final			
CP1	CP2	9,83	1,12	1,10	0,82	8,95	
CP2	CP3	20,26	1,10	1,30	0,82	19,90	
CP3	CP4	18,86	1,30	1,35	0,82	20,45	
CP4	CP5	20,57	1,35	1,50	0,82	24,00	
CP5	CP6	82,54	1,52	1,99	0,82	118,68	
CP6	CP7	13,74	2,00	1,97	0,82	22,34	
CP7	CP8	17,91	1,97	2,08	0,82	29,70	
CP8	CP9	21,19	2,10	2,15	0,82	36,88	
CP9	CP10	61,76	2,15	2,61	0,82	120,34	
CP10	CP11	15,68	2,61	2,54	0,82	33,15	
CP11	CP12	21,67	2,54	2,76	0,82	47,14	
CP12	CP13	36,8	2,77	3,00	0,82	87,00	
CP13	CP14	27,76	3,00	3,24	0,82	70,97	
CP14	CP15	31,98	3,24	2,38	0,82	73,72	
Total						713,21	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

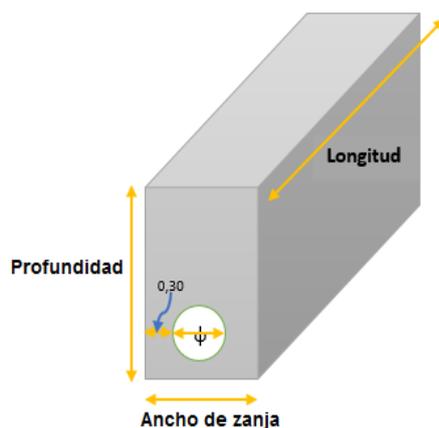


Figura 5.14 Excavación para tuberías $\Phi = 200$ mm

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.46 Rubro 2.4 Instalación de tuberías $\Phi = 200$ mm

9 **Rubro:** 2.4 Instalación de tuberías $\Phi = 200$ mm
Unidad: ml

Tramo		Longitud (m)	
CP1	CP2	9,83	
CP2	CP3	20,26	
CP3	CP4	18,86	
CP4	CP5	20,57	
CP5	CP6	82,54	
CP6	CP7	13,74	
CP7	CP8	17,91	
CP8	CP9	21,19	
CP9	CP10	61,76	
CP10	CP11	15,68	
CP11	CP12	21,67	
CP12	CP13	36,8	
CP13	CP14	27,76	
CP14	CP15	31,98	
Total		400,55	ml

Fuente: Elao y Miranda. (2019)



Figura 5.15 Instalación de tuberías $\Phi = 200$ mm

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.47 Rubro 2.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 200$ mm

10 **Rubro:** 2.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 200$ mm
Unidad: m3

Tramo		Longitud (m)	Profundidad total (m)		Ancho de Zanja (m)	Volumen (m3)	Volumen tubería (m3)	Volumen total (m3)	
Desde	Hasta		Inicial	Final					
CP1	CP2	9,83	1,02	1,00	0,82	8,14	0,37	7,77	
CP2	CP3	20,26	1,00	1,20	0,82	18,24	0,77	17,47	
CP3	CP4	18,86	1,20	1,25	0,82	18,91	0,72	18,19	
CP4	CP5	20,57	1,25	1,40	0,82	22,31	0,78	21,53	
CP5	CP6	82,54	1,42	1,89	0,82	111,91	3,14	108,77	
CP6	CP7	13,74	1,90	1,87	0,82	21,21	0,52	20,69	
CP7	CP8	17,91	1,87	1,98	0,82	28,23	0,68	27,55	
CP8	CP9	21,19	2,00	2,05	0,82	35,14	0,81	34,33	
CP9	CP10	61,76	2,05	2,51	0,82	115,27	2,35	112,93	
CP10	CP11	15,68	2,51	2,44	0,82	31,86	0,60	31,27	
CP11	CP12	21,67	2,44	2,66	0,82	45,36	0,82	44,54	
CP12	CP13	36,8	2,67	2,90	0,82	83,98	1,40	82,58	
CP13	CP14	27,76	2,90	3,14	0,82	68,70	1,06	67,64	
CP14	CP15	31,98	3,14	2,28	0,82	71,09	1,22	69,88	
							Total	665,14	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

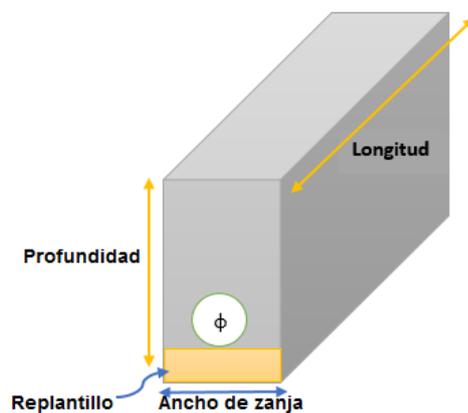


Figura 5.16 Relleno compactado Tubería $\Phi = 200$ mm

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.48 Rubro 2.6 Excavación de cámaras

11 **Rubro:** 2.6 Excavación de cámaras
Unidad: m3

Cámara	Base (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Volumen (m3)	
CP1	2,60	2,60	1,32	8,92	
CP2	2,60	2,60	1,30	8,79	
CP3	2,60	2,60	1,50	10,11	
CP4	2,60	2,60	1,55	10,48	
CP5	2,60	2,60	1,72	11,61	
CP6	2,60	2,60	2,20	14,87	
CP7	2,60	2,60	2,17	14,64	
CP8	2,60	2,60	2,30	15,54	
CP9	2,60	2,60	2,35	15,86	
CP10	2,60	2,60	2,81	19,01	
CP11	2,60	2,60	2,74	18,55	
CP12	2,60	2,60	2,97	20,06	
CP13	2,60	2,60	3,20	21,62	
CP14	2,60	2,60	3,44	23,24	
CP15	2,60	2,60	2,58	17,44	
Total				230,74	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

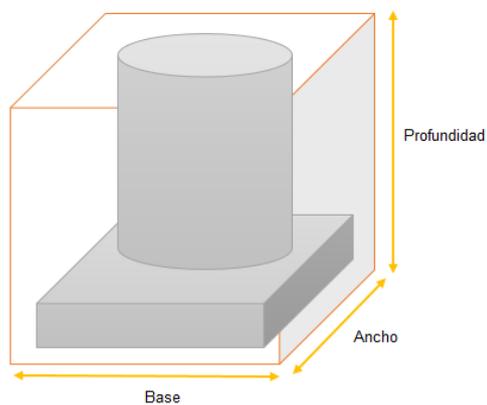


Figura 5.17 Excavación de cámaras

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.49 Rubro 2.7 Construcción de cámaras $\phi=1,3$ m; $H < 4$ m

12 **Rubro:** 2.7 Construcción de cámaras $\phi=1,3$ m; $H < 4$ m

Unidad: u

Cámara	Profund. (m)	Losa			Cuerpo			V. losa (m3)	V. Cuerpo (m3)	V. Tapa (m3)	Volumen (m3)	Cant.
		Base (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Φ Ext. (m)	Altura (m)	Φ Int. (m)					
CP1	1,02	2,00	2,00	0,20	1,60	1,02	1,30	0,80	0,70	0,21	1,71	1,00
CP2	1,00	2,00	2,00	0,20	1,60	1,00	1,30	0,80	0,68	0,21	1,69	1,00
CP3	1,20	2,00	2,00	0,20	1,60	1,20	1,30	0,80	0,82	0,21	1,83	1,00
CP4	1,25	2,00	2,00	0,20	1,60	1,25	1,30	0,80	0,85	0,21	1,86	1,00
CP5	1,42	2,00	2,00	0,20	1,60	1,42	1,30	0,80	0,97	0,21	1,98	1,00
CP6	1,90	2,00	2,00	0,20	1,60	1,90	1,30	0,80	1,30	0,21	2,31	1,00
CP7	1,87	2,00	2,00	0,20	1,60	1,87	1,30	0,80	1,28	0,21	2,28	1,00
CP8	2,00	2,00	2,00	0,20	1,60	2,00	1,30	0,80	1,37	0,21	2,37	1,00
CP9	2,05	2,00	2,00	0,20	1,60	2,05	1,30	0,80	1,40	0,21	2,41	1,00
CP10	2,51	2,00	2,00	0,20	1,60	2,51	1,30	0,80	1,72	0,21	2,73	1,00
CP11	2,44	2,00	2,00	0,20	1,60	2,44	1,30	0,80	1,67	0,21	2,68	1,00
CP12	2,67	2,00	2,00	0,20	1,60	2,67	1,30	0,80	1,82	0,21	2,83	1,00
CP13	2,90	2,00	2,00	0,20	1,60	2,90	1,30	0,80	1,98	0,21	2,99	1,00
CP14	3,14	2,00	2,00	0,20	1,60	3,14	1,30	0,80	2,14	0,21	3,15	1,00
											Total	14,00 u

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

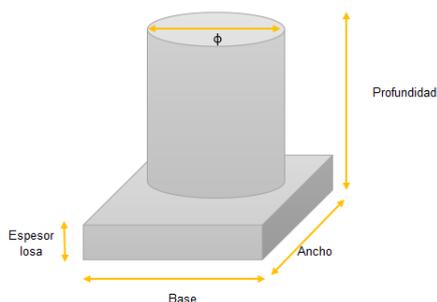


Figura 5.18 Construcción de cámaras $\phi=1,3$ m; $H < 4$ m

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.50 Rubro 2.8 Relleno para cámaras

13 **Rubro:** 2.8 Relleno para cámaras
Unidad: m3

Cámara	Profund. (m)	Losa			Cuerpo		Exc. Tot. (m3)	Cuerpo Int		Volumen (m3)	
		Base (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Φ Ext.(m)	Altura (m)		V. losa (m3)	V. Cuerpo (m3)		
CP1	1,02	2,00	2,00	0,20	1,60	1,02	8,92	0,80	2,05	6,07	
CP2	1,00	2,00	2,00	0,20	1,60	1,00	8,79	0,80	2,01	5,98	
CP3	1,20	2,00	2,00	0,20	1,60	1,20	10,11	0,80	2,40	6,91	
CP4	1,25	2,00	2,00	0,20	1,60	1,25	10,48	0,80	2,51	7,16	
CP5	1,42	2,00	2,00	0,20	1,60	1,42	11,61	0,80	2,85	7,96	
CP6	1,90	2,00	2,00	0,20	1,60	1,90	14,87	0,80	3,82	10,25	
CP7	1,87	2,00	2,00	0,20	1,60	1,87	14,64	0,80	3,75	10,09	
CP8	2,00	2,00	2,00	0,20	1,60	2,00	15,54	0,80	4,02	10,72	
CP9	2,05	2,00	2,00	0,20	1,60	2,05	15,86	0,80	4,11	10,95	
CP10	2,51	2,00	2,00	0,20	1,60	2,51	19,01	0,80	5,05	13,16	
CP11	2,44	2,00	2,00	0,20	1,60	2,44	18,55	0,80	4,91	12,84	
CP12	2,67	2,00	2,00	0,20	1,60	2,67	20,06	0,80	5,36	13,90	
CP13	2,90	2,00	2,00	0,20	1,60	2,90	21,62	0,80	5,83	14,99	
CP14	3,14	2,00	2,00	0,20	1,60	3,14	23,24	0,80	6,31	16,13	
Total										147,10	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

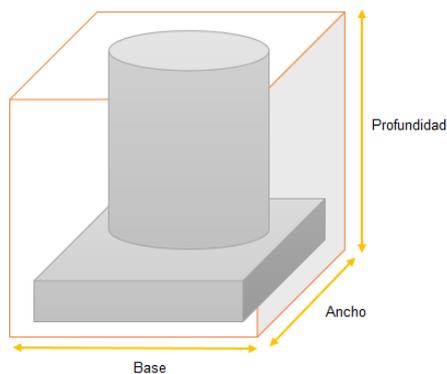


Figura 5.19 Relleno para cámaras

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.51 Rubro 2.9 Replanto y recubrimiento con arena para tuberías principales

14 **Rubro:** 2.9 Replanto y recubrimiento con arena para tuberías principales
Unidad: m³

Tramo		Longitud (m)	Profundidad (m)	Ancho de Zanja (m)	Volumen (m ³)	
Desde	Hasta					
CP1	CP2	9,83	0,10	0,82	0,81	
CP2	CP3	20,26	0,10	0,82	1,66	
CP3	CP4	18,86	0,10	0,82	1,55	
CP4	CP5	20,57	0,10	0,82	1,69	
CP5	CP6	82,54	0,10	0,82	6,77	
CP6	CP7	13,74	0,10	0,82	1,13	
CP7	CP8	17,91	0,10	0,82	1,47	
CP8	CP9	21,19	0,10	0,82	1,74	
CP9	CP10	61,76	0,10	0,82	5,06	
CP10	CP11	15,68	0,10	0,82	1,29	
CP11	CP12	21,67	0,10	0,82	1,78	
CP12	CP13	36,8	0,10	0,82	3,02	
CP13	CP14	27,76	0,10	0,82	2,28	
CP14	CP15	31,98	0,10	0,82	2,62	
Total					32,85	m³

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

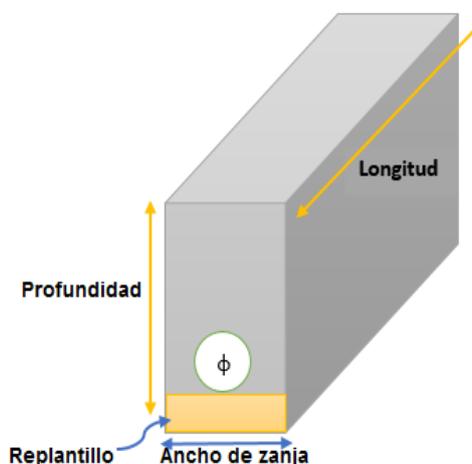


Figura 5.20 Replanto y recubrimiento con arena para tuberías principales

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.52 Rubro 2.10 Desalojo de material red principal

15 **Rubro:** 2.10 Desalojo de material red principal
Unidad: m3

Tuberías principales							
Tramo		Longitud (m)	Profund. total (m)		Ancho de Zanja (m)	Volumen (m3)	
Desde	Hasta		Inicial	Final			
CP1	CP2	9,83	1,12	1,10	0,82	8,95	
CP2	CP3	20,26	1,10	1,30	0,82	19,90	
CP3	CP4	18,86	1,30	1,35	0,82	20,45	
CP4	CP5	20,57	1,35	1,50	0,82	24,00	
CP5	CP6	82,54	1,52	1,99	0,82	118,68	
CP6	CP7	13,74	2,00	1,97	0,82	22,34	
CP7	CP8	17,91	1,97	2,08	0,82	29,70	
CP8	CP9	21,19	2,10	2,15	0,82	36,88	
CP9	CP10	61,76	2,15	2,61	0,82	120,34	
CP10	CP11	15,68	2,61	2,54	0,82	33,15	
CP11	CP12	21,67	2,54	2,76	0,82	47,14	
CP12	CP13	36,8	2,77	3,00	0,82	87,00	
CP13	CP14	27,76	3,00	3,24	0,82	70,97	
CP14	CP15	31,98	3,24	2,38	0,82	73,72	
Total						713,21	m3

Cámaras principales						
Cámara	Cámara	Base (m)	Ancho (m)	Profund.(m)	Volumen (m3)	
CP1	CP1	2,60	2,60	1,32	0,00	
CP2	CP2	2,60	2,60	1,30	0,00	
CP3	CP3	2,60	2,60	1,50	0,00	
CP4	CP4	2,60	2,60	1,55	10,48	
CP5	CP5	2,60	2,60	1,72	11,61	
CP6	CP6	2,60	2,60	2,20	14,87	
CP7	CP7	2,60	2,60	2,17	14,64	
CP8	CP8	2,60	2,60	2,30	15,54	
CP9	CP9	2,60	2,60	2,35	15,86	
CP10	CP10	2,60	2,60	2,81	19,01	
CP11	CP11	2,60	2,60	2,74	18,55	
CP12	CP12	2,60	2,60	2,97	20,06	
CP13	CP13	2,60	2,60	3,20	21,62	
CP14	CP14	2,60	2,60	3,44	23,24	
CP15	CP15	2,60	2,60	2,58	17,44	
Total					202,92	m3

Nota: Para el desalojo se usa un factor de esponjamiento de 1.3

Volumen desalojo	916,13	
Volumen total desalojo	1190,96	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

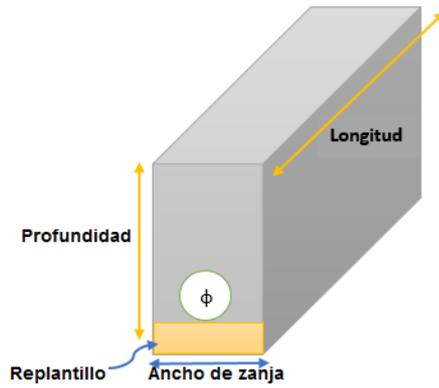


Figura 5.21 Desalojo de material red principal

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.53 Rubro 3.1 Replanteo de Cajas 70 x 70 cm

16 **Rubro:** 3.1 Replanteo de Cajas 70 x 70 cm
Unidad: m2

Caja	Ancho (m)	Base (m)	Área (m2)
RSA1	1	1	1
RSA2	1	1	1
RSD1	1	1	1
RSD2	1	1	1
RSD3	1	1	1
RSD4	1	1	1
RSD5	1	1	1
RSF1	1	1	1
RSF2	1	1	1
RSF3	1	1	1
RSF4	1	1	1
RSI1	1	1	1
RSI2	1	1	1
RSI3	1	1	1
RSI4	1	1	1
RSI5	1	1	1
Total			16

m2

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

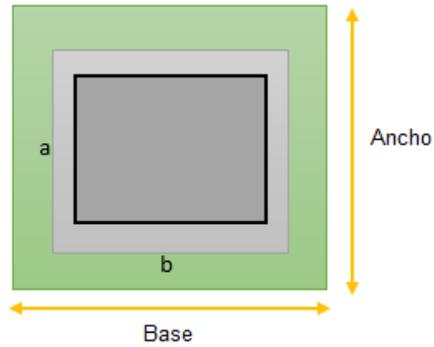


Figura 5.22 Replanteo de Cajas 70 x 70

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.54 Rubro 3.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 160$ mm

17 **Rubro:** 3.2 Replanteo de tuberías $\Phi = 160$ mm
Unidad: m²

Tramo		Longitud (m)
RSA1	RSA2	27,15
RSA2	CP5	8,12
RSD1	RSD2	6,18
RSD2	RSD3	28,59
RSD3	RSD4	19,14
RSD4	RSD5	19,11
RSD5	CP9	8,06
RSF1	RSF2	15,92
RSF2	RSF3	17,67
RSF3	RSF4	18,35
RSF4	CP10	20,56
RSI1	RSI4	17,52
RSI2	RSI3	5,02
RSI3	RSI4	6,77
RSI4	RSI5	26,85
RSI5	CP12	7,49
Total		252,50

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

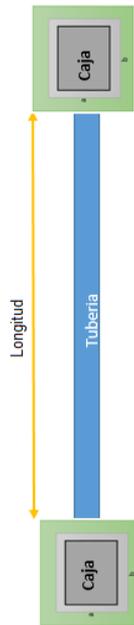


Figura 5.23 Replanteo de tuberías $\Phi = 160$ mm

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.55 Rubro 3.3 Excavación para tuberías $\Phi = 160$ mm

18 **Rubro:** 3.3 Excavación para tuberías $\Phi = 160$ mm
Unidad: m³

Tramo		Longitud (m)	Profundidad total (m)		Ancho de Zanja (m)	Volumen (m ³)	
Desde	Hasta		Inicial	Final			
RSA1	RSA2	27,15	0,88	1,10	0,78	20,82	
RSA2	CP5	8,12	1,10	1,14	0,78	7,05	
RSD1	RSD2	6,18	0,88	0,75	0,78	3,88	
RSD2	RSD3	28,59	0,75	0,84	0,78	17,59	
RSD3	RSD4	19,14	0,84	1,05	0,78	14,01	
RSD4	RSD5	19,11	1,05	1,18	0,78	16,50	
RSD5	CP9	8,06	1,18	1,24	0,78	7,56	
RSF1	RSF2	15,92	0,88	0,82	0,78	10,48	
RSF2	RSF3	17,67	0,83	0,95	0,78	12,19	
RSF3	RSF4	18,35	0,96	0,98	0,78	13,81	
RSF4	CP10	20,56	0,98	1,20	0,78	17,36	
RSI1	RSI4	17,52	0,88	0,99	0,78	12,67	
RSI2	RSI3	5,02	0,88	0,92	0,78	3,50	
RSI3	RSI4	6,77	0,92	0,94	0,78	4,89	
RSI4	RSI5	26,85	0,94	1,11	0,78	21,37	
RSI5	CP12	7,49	1,11	1,22	0,78	6,77	
Total						190,45	m ³

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

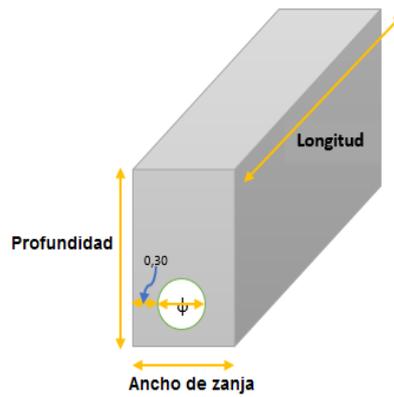


Figura 5.24 Excavación para tuberías $\Phi = 160$ mm

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.56 Rubro 3.4 Instalación de tuberías $\Phi = 160$ mm

19 **Rubro:** 3.4 Instalación de tuberías $\Phi = 160$ mm
Unidad: ml

Tramo		Longitud(m)
RSA1	RSA2	27,15
RSA2	CP5	8,12
RSD1	RSD2	6,18
RSD2	RSD3	28,59
RSD3	RSD4	19,14
RSD4	RSD5	19,11
RSD5	CP9	8,06
RSF1	RSF2	15,92
RSF2	RSF3	17,67
RSF3	RSF4	18,35
RSF4	CP10	20,56
RSI1	RSI4	17,52
RSI2	RSI3	5,02
RSI3	RSI4	6,77
RSI4	RSI5	26,85
RSI5	CP12	7,49
Total		252,50

ml

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

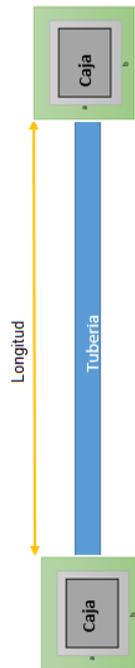


Figura 5.25 Instalación de tuberías $\Phi = 160 \text{ mm}$

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.57 Rubro 3.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 160 \text{ mm}$

20 **Rubro:** 3.5 Relleno compactado Tubería $\Phi = 160 \text{ mm}$

Unidad: m³

Tramo		Longitud (m)	Profundidad total (m)		Ancho de Zanja (m)	Volumen (m ³)	Volumen tubería (m ³)	Volumen total (m ³)	
Desde	Hasta		Inicial	Final					
RSA1	RSA2	27,15	0,78	1,00	0,78	18,72	0,55	18,17	
RSA2	CP5	8,12	1,00	1,04	0,78	6,42	0,16	6,26	
RSD1	RSD2	6,18	0,78	0,65	0,78	3,40	0,12	3,28	
RSD2	RSD3	28,59	0,65	0,74	0,78	15,37	0,57	14,80	
RSD3	RSD4	19,14	0,74	0,95	0,78	12,53	0,38	12,14	
RSD4	RSD5	19,11	0,95	1,08	0,78	15,02	0,38	14,64	
RSD5	CP9	8,06	1,08	1,14	0,78	6,94	0,16	6,77	
RSF1	RSF2	15,92	0,78	0,72	0,78	9,24	0,32	8,92	
RSF2	RSF3	17,67	0,73	0,85	0,78	10,82	0,36	10,47	
RSF3	RSF4	18,35	0,86	0,88	0,78	12,39	0,37	12,02	
RSF4	CP10	20,56	0,88	1,10	0,78	15,76	0,41	15,35	
RSI1	RSI4	17,52	0,78	0,89	0,78	11,31	0,35	10,96	
RSI2	RSI3	5,02	0,78	0,82	0,78	3,11	0,10	3,01	
RSI3	RSI4	6,77	0,82	0,84	0,78	4,37	0,14	4,23	
RSI4	RSI5	26,85	0,84	1,01	0,78	19,29	0,54	18,75	
RSI5	CP12	7,49	1,01	1,12	0,78	6,19	0,15	6,04	
Total								165,80	m³

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

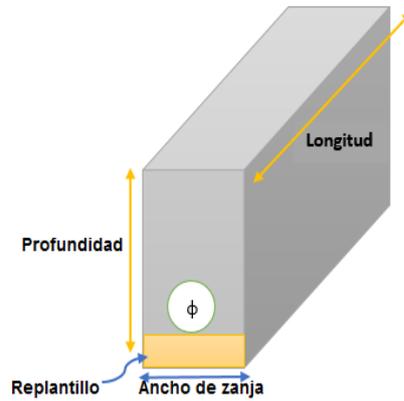


Figura 5.26 Relleno compactado Tubería $\Phi = 160 \text{ mm}$

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.58 Rubro 3.6 Excavación de cajas 70 x 70 cm

21 **Rubro:** 3.6 Excavación de cajas 70 x 70 cm
Unidad: m³

Caja	Base (m)	Ancho (m)	Profund. (m)	Volumen (m ³)	
RSA1	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSA2	1,45	1,45	1,10	2,32	
RSD1	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSD2	1,45	1,45	0,75	1,57	
RSD3	1,45	1,45	0,84	1,77	
RSD4	1,45	1,45	1,05	2,20	
RSD5	1,45	1,45	1,18	2,48	
RSF1	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSF2	1,45	1,45	0,83	1,74	
RSF3	1,45	1,45	0,96	2,03	
RSF4	1,45	1,45	0,98	2,06	
RSI1	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSI2	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSI3	1,45	1,45	0,92	1,94	
RSI4	1,45	1,45	0,94	1,98	
RSI5	1,45	1,45	1,11	2,34	
Total				31,62	m ³

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

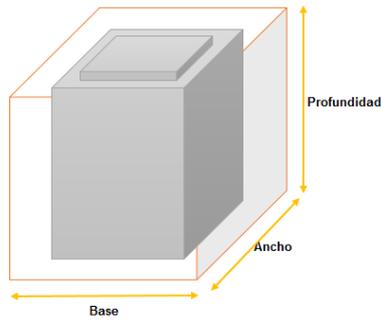


Figura 5.27 Excavación de cajas 70 x 70

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.59 Rubro 3.7 Construcción de cajas 70 x 70 cm

22 **Rubro:** 3.7 Construcción de cajas 70 x 70 cm

Unidad: u

Cámara	Base (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	Volumen Losa	V. Total	Cantidad	
RSA1	0,70	0,70	0,78	0,10	0,21	0,07	0,28	1,00	
RSA2	0,70	0,70	1,00	0,10	0,27	0,07	0,34	1,00	
RSD1	0,70	0,70	0,78	0,10	0,21	0,07	0,28	1,00	
RSD2	0,70	0,70	0,65	0,10	0,18	0,07	0,25	1,00	
RSD3	0,70	0,70	0,74	0,10	0,20	0,07	0,28	1,00	
RSD4	0,70	0,70	0,95	0,10	0,25	0,07	0,32	1,00	
RSD5	0,70	0,70	1,08	0,10	0,28	0,07	0,36	1,00	
RSF1	0,70	0,70	0,78	0,10	0,21	0,07	0,28	1,00	
RSF2	0,70	0,70	0,73	0,10	0,20	0,07	0,27	1,00	
RSF3	0,70	0,70	0,86	0,10	0,23	0,07	0,30	1,00	
RSF4	0,70	0,70	0,88	0,10	0,24	0,07	0,31	1,00	
RSI1	0,70	0,70	0,78	0,10	0,21	0,07	0,28	1,00	
RSI2	0,70	0,70	0,78	0,10	0,21	0,07	0,28	1,00	
RSI3	0,70	0,70	0,82	0,10	0,22	0,07	0,29	1,00	
RSI4	0,70	0,70	0,84	0,10	0,23	0,07	0,30	1,00	
RSI5	0,70	0,70	1,01	0,10	0,27	0,07	0,34	1,00	
							Total	16,00	u

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

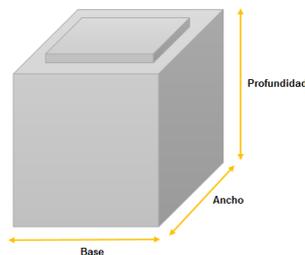


Figura 5.28 Construcción de cajas 70 x 70 cm

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.60 Rubro 3.8 Relleno para cajas 70 x 70 cm

23 **Rubro:** 3.8 Relleno para cajas 70 x 70 cm

Unidad: m3

Cámara	Base (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Volumen Caja (m3)	Volumen Excavación (m3)	Volumen (m3)	
RSA1	0,70	0,70	0,78	0,45	1,84	1,39	
RSA2	0,70	0,70	1,00	0,49	2,32	1,83	
RSD1	0,70	0,70	0,78	0,38	1,84	1,46	
RSD2	0,70	0,70	0,65	0,32	1,57	1,25	
RSD3	0,70	0,70	0,74	0,36	1,77	1,41	
RSD4	0,70	0,70	0,95	0,46	2,20	1,74	
RSD5	0,70	0,70	1,08	0,53	2,48	1,95	
RSF1	0,70	0,70	0,78	0,38	1,84	1,46	
RSF2	0,70	0,70	0,73	0,36	1,74	1,38	
RSF3	0,70	0,70	0,86	0,42	2,03	1,60	
RSF4	0,70	0,70	0,88	0,43	2,06	1,63	
RSI1	0,70	0,70	0,78	0,38	1,84	1,46	
RSI2	0,70	0,70	0,78	0,38	1,84	1,46	
RSI3	0,70	0,70	0,82	0,40	1,94	1,54	
RSI4	0,70	0,70	0,84	0,41	1,98	1,57	
RSI5	0,70	0,70	1,01	0,50	2,34	1,84	
					Total	24,96	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

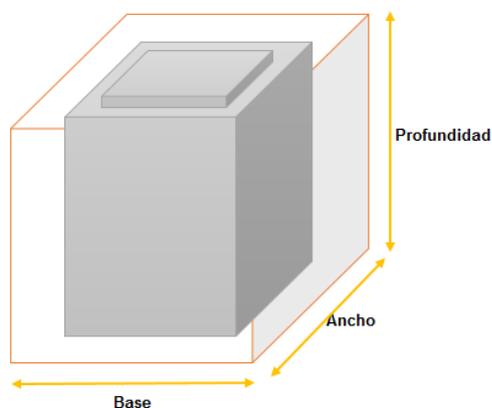


Figura 5.29 Relleno para cajas 70 x 70 cm

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.61 Rubro 3.9 Replantillo y recubrimiento con arena para tuberías secundarias

24 **Rubro:** 3.9 Replantillo y recubrimiento con arena para tuberías secundarias
Unidad: m3

Tramo		Longitud (m)	Profundidad (m)	Ancho de Zanja (m)	Volumen (m3)	
Desde	Hasta					
RSA1	RSA2	27,15	0,10	0,78	2,10	
RSA2	CP5	8,12	0,10	0,78	0,63	
RSD1	RSD2	6,18	0,10	0,78	0,48	
RSD2	RSD3	28,59	0,10	0,78	2,22	
RSD3	RSD4	19,14	0,10	0,78	1,48	
RSD4	RSD5	19,11	0,10	0,78	1,48	
RSD5	CP9	8,06	0,10	0,78	0,62	
RSF1	RSF2	15,92	0,10	0,78	1,23	
RSF2	RSF3	17,67	0,10	0,78	1,37	
RSF3	RSF4	18,35	0,10	0,78	1,42	
RSF4	CP10	20,56	0,10	0,78	1,59	
RSI1	RSI4	17,52	0,10	0,78	1,36	
RSI2	RSI3	5,02	0,10	0,78	0,39	
RSI3	RSI4	6,77	0,10	0,78	0,52	
RSI4	RSI5	26,85	0,10	0,78	2,08	
RSI5	CP12	7,49	0,10	0,78	0,58	
Total					19,57	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

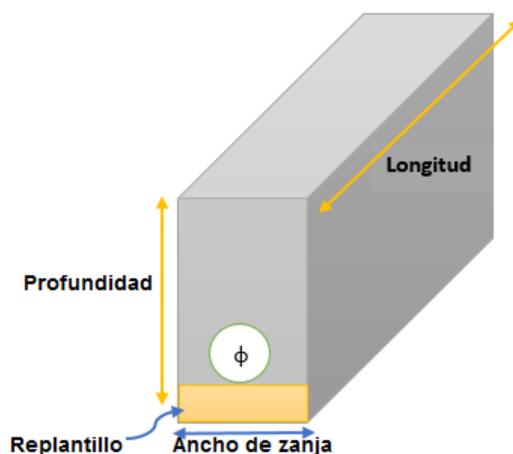


Figura 5.30 Replantillo y recubrimiento con arena para tuberías secundarias

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.62 Rubro 3.10 Desalojo de material red secundaria

25 **Rubro:** 3.10 Desalojo de material red secundaria

Unidad: m3

Tuberías Secundarias							
Tramo		Longitud (m)	Profundidad total (m)		Ancho de Zanja (m)	Volumen (m3)	
Desde	Hasta		Inicial	Final			
RSA1	RSA2	27,15	0,88	1,10	0,78	20,82	
RSA2	CP5	8,12	1,10	1,14	0,78	7,05	
RSD1	RSD2	6,18	0,88	0,75	0,78	3,88	
RSD2	RSD3	28,59	0,75	0,84	0,78	17,59	
RSD3	RSD4	19,14	0,84	1,05	0,78	14,01	
RSD4	RSD5	19,11	1,05	1,18	0,78	16,50	
RSD5	CP9	8,06	1,18	1,24	0,78	7,56	
RSF1	RSF2	15,92	0,88	0,82	0,78	10,48	
RSF2	RSF3	17,67	0,83	0,95	0,78	12,19	
RSF3	RSF4	18,35	0,96	0,98	0,78	13,81	
RSF4	CP10	20,56	0,98	1,20	0,78	17,36	
RSI1	RSI4	17,52	0,88	0,99	0,78	12,67	
RSI2	RSI3	5,02	0,88	0,92	0,78	3,50	
RSI3	RSI4	6,77	0,92	0,94	0,78	4,89	
RSI4	RSI5	26,85	0,94	1,11	0,78	21,37	
RSI5	CP12	7,49	1,11	1,22	0,78	6,77	
Total						190,45	m3

Cajas Secundarias					
Caja	Base (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Volumen (m3)	
RSA1	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSA2	1,45	1,45	1,10	2,32	
RSD1	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSD2	1,45	1,45	0,75	1,57	
RSD3	1,45	1,45	0,84	1,77	
RSD4	1,45	1,45	1,05	2,20	
RSD5	1,45	1,45	1,18	2,48	
RSF1	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSF2	1,45	1,45	0,83	1,74	
RSF3	1,45	1,45	0,96	2,03	
RSF4	1,45	1,45	0,98	2,06	
RSI1	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSI2	1,45	1,45	0,88	1,84	
RSI3	1,45	1,45	0,92	1,94	
RSI4	1,45	1,45	0,94	1,98	
RSI5	1,45	1,45	1,11	2,34	
Total				31,62	m3

Nota: Para el desalojo se usa un factor de esponjamiento de 1.3

Volumen desalojo	222,07	
Volumen total desalojo	288,69	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

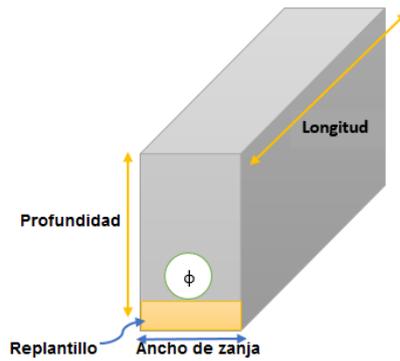


Figura 5.31 Desalojo de material red secundaria

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.63 Rubro 4.1 Reposición de carpeta asfáltica

26 **Rubro:** 4.1 Reposición de carpeta asfáltica
Unidad: m3

Desde	Hasta	Ancho (m)	Longitud (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	
CP2	CP3	1,50	20,26	0,10	3,04	
CP3	CP4	1,50	18,86	0,10	2,83	
CP6	CP6	2,00	2,00	0,10	0,40	
CP14	Bordillo	1,50	7,85	0,10	1,18	
Total					7,45	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

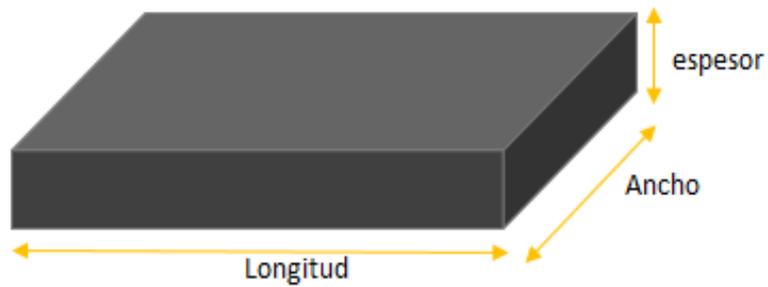


Figura 5.32 Reposición de carpeta asfáltica

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.64 Rubro 4.2 Reposición de losa de hormigón hidráulico

27 **Rubro:** 4.2 Reposición de losa de hormigón hidráulico
Unidad: m3

Desde	Hasta	Ancho (m)	Longitud (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	
CP5	CP6	1,50	82,54	0,15	18,57	
CP6	CP7	1,50	13,74	0,15	3,09	
CP9	CP10	1,50	61,76	0,15	13,90	
CP10	CP11	1,50	15,68	0,15	3,53	
Bordillo	CP15	1,50	13,17	0,15	2,96	
RSD2	RSD3	1,50	28,59	0,10	4,29	
RSD3	RSD4	1,50	19,14	0,10	2,87	
RSF1	RSF2	1,50	15,92	0,15	3,58	
RSF2	RSF3	1,50	17,67	0,15	3,98	
RSF3	RSF4	1,50	18,35	0,15	4,13	
RSF4	CP10	1,50	20,56	0,15	4,63	
Total					65,52	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

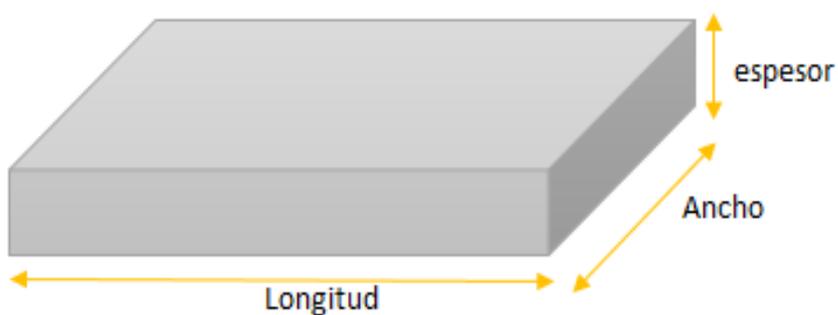


Figura 5.33 Reposición de losa de hormigón hidráulico

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.65 Rubro 4.3 Reposición de material base

28 **Rubro:** 4.3 Reposición de material base
Unidad: m3

Desde	Hasta	Ancho (m)	Longitud (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	
CP2	CP3	1,50	20,26	0,15	4,56	
CP3	CP4	1,50	18,86	0,15	4,24	
CP6	CP6	2,00	2,00	0,15	0,60	
CP14	Bordillo	1,50	7,85	0,15	1,77	
CP5	CP6	1,50	82,54	0,10	12,38	
CP6	CP7	1,50	13,74	0,10	2,06	
CP9	CP10	1,50	61,76	0,10	9,26	
CP10	CP11	1,50	15,68	0,10	2,35	
Bordillo	CP15	1,50	13,17	0,10	1,98	
Total					39,20	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

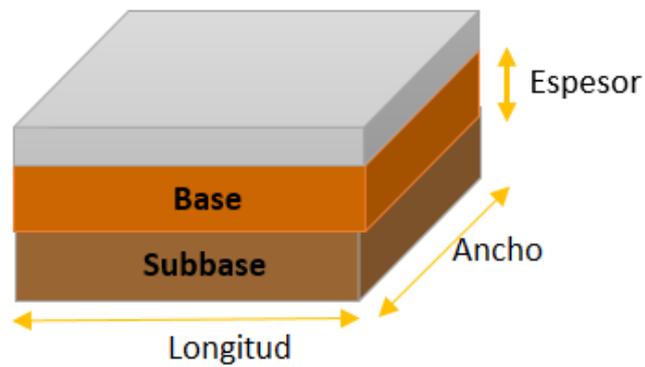


Figura 5.34 Reposición de material base

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.66 Rubro 4.4 Reposición de material subbase

29 **Rubro:** 4.4 Reposición de material subbase
Unidad: m3

Desde	Hasta	Ancho (m)	Longitud (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)	
CP2	CP3	1,50	20,26	0,20	6,08	
CP3	CP4	1,50	18,86	0,20	5,66	
CP6	CP6	2,00	2,00	0,20	0,80	
CP14	Bordillo	1,50	7,85	0,20	2,36	
CP5	CP6	1,50	82,54	0,20	24,76	
CP6	CP7	1,50	13,74	0,20	4,12	
CP9	CP10	1,50	61,76	0,20	18,53	
CP10	CP11	1,50	15,68	0,20	4,70	
Bordillo	CP15	1,50	13,17	0,20	3,95	
Total					70,96	m3

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

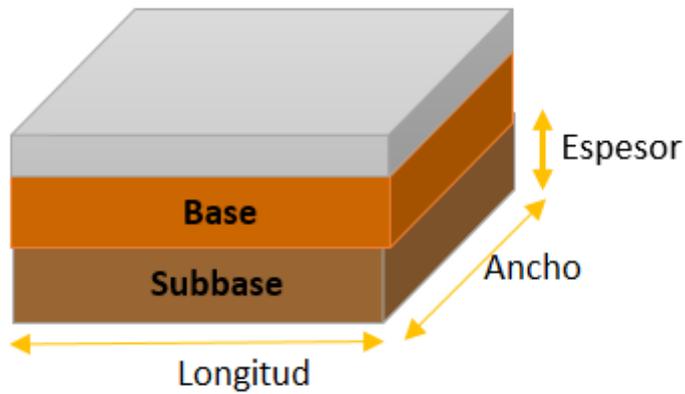


Figura 5.35 Reposición de material subbase

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

Tabla 5.67 Rubro 5.1 Reposición de adoquín (Incluye adoquín existente)

30 **Rubro:** 5.1 Reposición de adoquín (Incluye adoquín existente)

Unidad: m2

Desde	Hasta	Ancho (m)	Longitud (m)	Área (m2)	
CP7	CP8	1,50	17,91	26,87	
CP8	CP9	1,50	21,19	31,79	
				58,65	m2

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

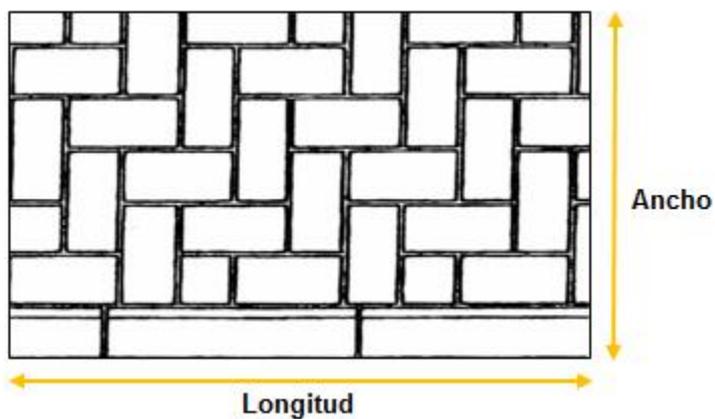


Figura 5.36 Reposición de adoquín (Incluye adoquín existente)

Fuente: Elao y Miranda. (2019)

5.3 ANEXOS

ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

CAMARAS PRINCIPALES:

Cámara Principal 1 (CP1)



Figura 5.37 Vista del fondo de la cámara CP1

Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.38 Vista de Tuberías de cámara CP1.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 2 (CP2)



Figura 5.39 Presencia de basura en tuberías de la cámara CP2.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.40 Vista del fondo de la cámara CP2.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 3 (CP3)



Figura 5.41 Vista de la tubería de la cámara CP3.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.42 Vista del fondo de la cámara CP3.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 4 (CP4)



Figura 5.43 Vista del fondo de la cámara CP4 y de tuberías provenientes de la lubricadora.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.44 Vista del fondo de la cámara CP4 y de tuberías provenientes de la lavandería.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 5 (CP5)



Figura 5.45 Vista de la tubería de la cámara CP5 que transporta el fluido a la siguiente cámara.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.46 Vista de las tuberías que aportan caudal a la cámara CP5.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 6 (CP6)



Figura 5.47 Vista exterior de la cámara CP6.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 7 (CP7)



Figura 5.48 Cámara CP7 cubierta de hormigón asfáltico.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.49 Visualización parcial de la cámara CP7.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 8 (CP8)



Figura 5.50 Vista externa de la cámara CP8, no se pudo abrir.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 9 (CP9)



Figura 5.51 Vista externa de la cámara CP9, no se pudo abrir.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

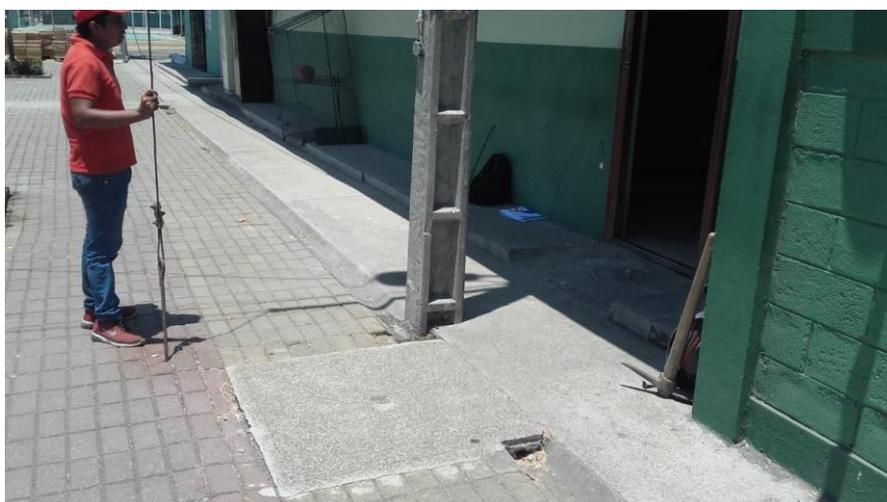


Figura 5.52 La cámara CP9 receipta caudales provenientes del baño.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 10 (CP10)

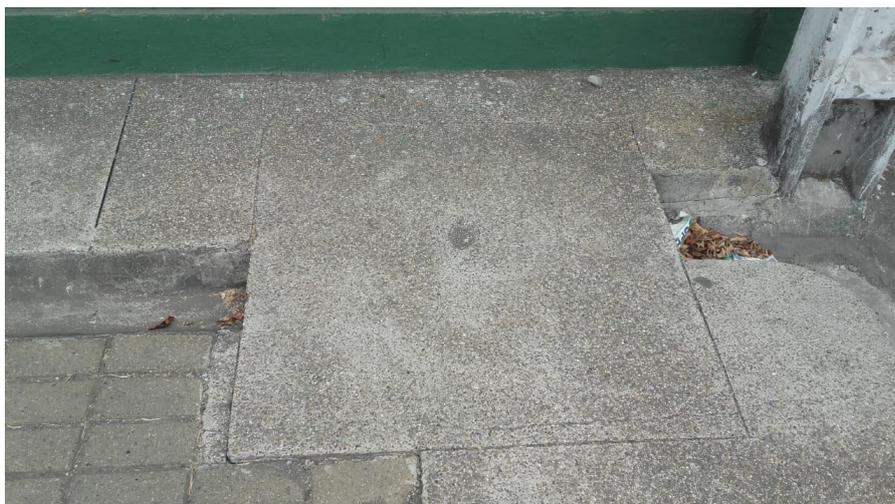


Figura 5.53 Vista externa de la cámara CP10, no se pudo abrir.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

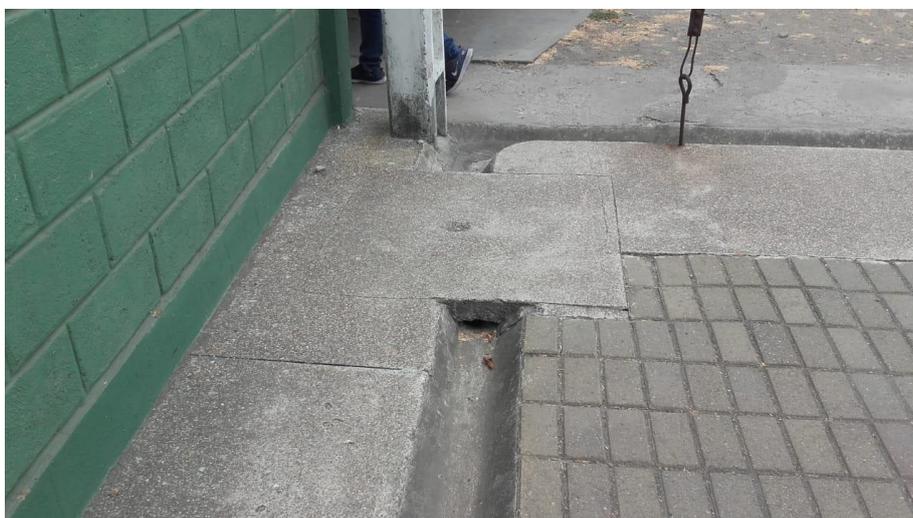


Figura 5.54 La cámara CP10 se encuentra sellada.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 11 (CP11)



Figura 5.55 Vista de las tuberías de la cámara CP11.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.56 Vista del fondo de la cámara CP11.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 12 (CP12)



Figura 5.57 Vista del fondo de la cámara CP12.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.58 Vista de las tuberías de la cámara CP12.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 13 (CP13)



Figura 5.59 Vista exterior de la cámara CP13, no se pudo abrir.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Cámara Principal 14 (CP14)



Figura 5.60 Vista exterior de la cámara CP14, no se pudo abrir.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.61 Tapa de la cámara CP14.

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

CAMARAS SECUNDARIAS

Caja 1 del Ramal B (RSB1)



Figura 5.62 Vista en Planta de la caja RSB1.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 2 del Ramal B (RSB2)



Figura 5.63 Vista en Planta de la caja RSB2.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 3 del Ramal B (RSB3)



Figura 5.64 Vista en Planta de la caja RSB3.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 1 del Ramal C (RSC1)



Figura 5.65 Caja RSC1 Colapsada.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 1 del Ramal D (RSD1)

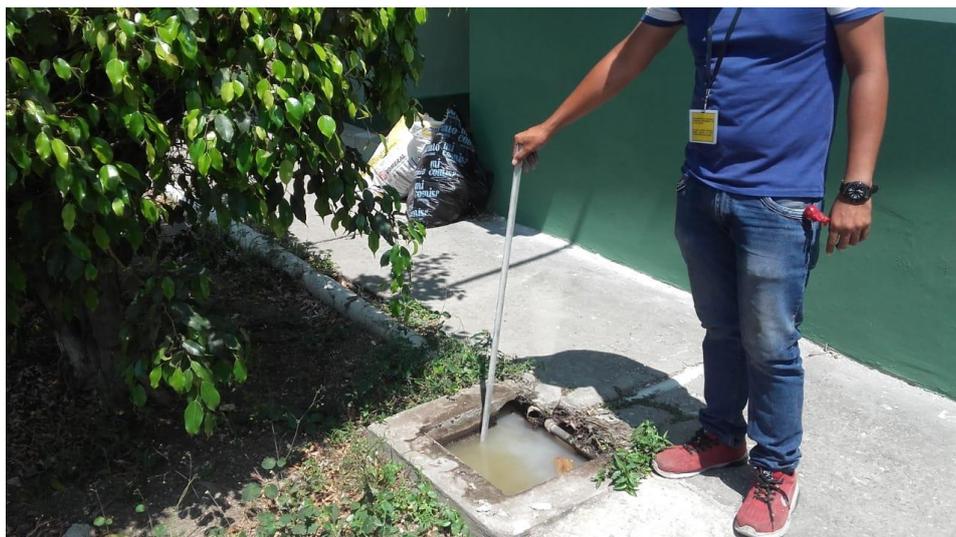


Figura 5.66 Vista exterior de la caja RSD1.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 3 del Ramal D (RSD3)



Figura 5.67 Vista en Planta de la caja RSD3.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 6 del Ramal D (RSD6)



Figura 5.68 Vista en Planta de la caja RSD6.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 7 del Ramal D (RSD7)



Figura 5.69 Vista en Planta de la caja RSD7.
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 8 del Ramal D (RSD8)



Figura 5.70 Vista en Planta de la caja RSD8
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 1 del Ramal G (RSG1)



Figura 5.71 Vista en Planta de la caja RSG1
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 2 del Ramal G (RSG2)



Figura 5.72 Vista en Planta de la caja RSG2

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 1 del Ramal H (RSH1)



Figura 5.73 Vista en Planta de la caja RSH1

Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 1 del Ramal I (RSI1)



Figura 5.74 Vista en Planta de la caja RSI1
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 2 del Ramal I (RSI2)



Figura 5.75 Vista en Planta de la caja RSI2
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 3 del Ramal I (RSI3)



Figura 5.76 Vista en Planta de la caja RSI3
Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.77 Vista de tubería colapsada de la caja RSI3
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 4 del Ramal J (RSJ4)



Figura 5.78 Vista en Planta de la caja RSJ4
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 5 del Ramal J (RSJ5)



Figura 5.79 Vista en Planta de la caja RSJ5
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 6 del Ramal J (RSJ6)



Figura 5.80 Vista en Planta de la caja RSJ6
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 8 del Ramal J (RSJ8)



Figura 5.81 Vista en Planta de la caja RSJ8
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 1 del Ramal L (RSL1)



Figura 5.82 Vista en Planta de la caja RSL1
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

CAMARAS TERCIARIAS

Caja 4 del Ramal TA (RTA4)



Figura 5.83 Vista en Planta de la caja RTA4
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 5 del Ramal TA (RTA5)



Figura 5.84 Vista en Planta de la caja RTA5
Fuente: Elao y Miranda. (2018)



Figura 5.85 Vista exterior de la caja RTA5
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 6 del Ramal TA (RTA6)



Figura 5.86 Vista en Planta de la caja RTA6
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Caja 7 del Ramal TA (RTA7)



Figura 5.87 Vista en Planta de la caja RTA7
Fuente: Elao y Miranda. (2018)

Tabla 5.68 Relaciones Hidráulicas para conductos circulares

Q/Q_o	Rel.	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	V/V_o	0.000	0.292	0.362	0.400	0.427	0.453	0.473	0.492	0.505	0.520
	d/D	0.000	0.092	0.124	0.148	0.165	0.182	0.196	0.210	0.220	0.232
	R/R_o	0.000	0.239	0.315	0.370	0.410	0.449	0.481	0.510	0.530	0.554
	H/D	0.000	0.041	0.067	0.086	0.102	0.116	0.128	0.140	0.151	0.161
0.1	V/V_o	0.540	0.553	0.570	0.580	0.590	0.600	0.613	0.624	0.634	0.645
	d/D	0.248	0.258	0.270	0.280	0.289	0.298	0.308	0.315	0.323	0.334
	R/R_o	0.586	0.606	0.630	0.650	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
	H/D	0.170	0.179	0.188	0.197	0.205	0.213	0.221	0.229	0.236	0.244
0.2	V/V_o	0.656	0.664	0.672	0.680	0.687	0.695	0.700	0.706	0.713	0.720
	d/D	0.346	0.353	0.362	0.370	0.379	0.386	0.393	0.400	0.409	0.417
	R/R_o	0.768	0.780	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.860	0.874	0.886
	H/D	0.251	0.258	0.266	0.273	0.280	0.287	0.294	0.300	0.307	0.314
0.3	V/V_o	0.729	0.732	0.740	0.750	0.755	0.760	0.768	0.776	0.781	0.787
	d/D	0.424	0.431	0.439	0.447	0.452	0.400	0.468	0.476	0.482	0.488
	R/R_o	0.896	0.907	0.919	0.931	0.938	0.095	0.962	0.974	0.983	0.992
	H/D	0.321	0.328	0.334	0.341	0.348	0.354	0.361	0.368	0.374	0.381
0.4	V/V_o	0.796	0.802	0.806	0.810	0.816	0.822	0.830	0.834	0.840	0.845
	d/D	0.498	0.504	0.510	0.516	0.523	0.530	0.536	0.542	0.550	0.557
	R/R_o	1.007	1.014	1.020	1.028	1.035	1.043	1.050	1.056	1.065	1.073
	H/D	0.388	0.395	0.402	0.408	0.415	0.422	0.429	0.436	0.443	0.450
0.5	V/V_o	0.850	0.855	0.860	0.865	0.870	0.875	0.880	0.885	0.890	0.895
	d/D	0.563	0.570	0.576	0.582	0.588	0.594	0.601	0.608	0.615	0.620
	R/R_o	1.079	1.087	1.094	1.100	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132
	H/D	0.458	0.465	0.472	0.479	0.487	0.494	0.502	0.510	0.518	0.526
0.6	V/V_o	0.900	0.903	0.908	0.913	0.918	0.922	0.927	0.931	0.936	0.941
	d/D	0.626	0.632	0.639	0.645	0.651	0.658	0.666	0.672	0.678	0.686
	R/R_o	0.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.160	1.163	1.167	1.172
	H/D	0.534	0.542	0.550	0.559	0.568	0.576	0.585	0.595	0.604	0.614
0.7	V/V_o	0.945	0.951	0.955	0.958	0.961	0.965	0.969	0.972	0.975	0.980
	d/D	0.692	0.699	0.705	0.710	0.719	0.724	0.732	0.738	0.743	0.750
	R/R_o	1.175	1.179	0.182	1.184	1.188	1.190	1.193	1.195	1.197	1.200
	H/D	0.623	0.633	0.644	0.654	0.665	0.677	0.688	0.700	0.713	0.725
0.8	V/V_o	0.984	0.987	0.990	0.993	0.997	1.001	1.005	1.007	1.011	1.015
	d/D	0.756	0.763	0.770	0.778	0.785	0.791	0.798	0.804	0.813	0.820
	R/R_o	1.202	1.205	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219	1.219	1.215	1.214
	H/D	0.739	0.753	0.767	0.783	0.798	0.815	0.833	0.852	0.871	0.892
0.9	V/V_o	1.018	1.021	1.024	1.027	1.030	1.033	1.036	1.038	1.039	1.040
	d/D	0.826	0.835	0.843	0.852	0.860	0.868	0.876	0.884	0.892	0.900
	R/R_o	1.212	1.210	1.207	1.204	1.202	1.200	1.197	1.195	1.192	1.190
	H/D	0.915	0.940	0.966	0.995	1.027	1.063	1.103	1.149	1.202	1.265

1.0	V/V _o	1.041	1.042	1.042
	d/D	0.914	0.920	0.931
	R/R _o	1.172	1.164	1.150
	H/D	1.344	1.445	0.584

Fuente: *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado (1995)*

Tabla 5.69 Tipos de Perfiles de Suelo.

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente.	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media.	1500 m/s > $V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$N \geq 50$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	$50 > N \geq 15$ 100 KPa > $S_u \geq 50$ KPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas.	$IP > 20$ $W \geq 40\%$ $S_u < 50$ KPa

Fuente: *NEC – SE – DS Diseño Sismo Resistente (2015)*