

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y SU
CONEXIÓN A LA RED PÚBLICA DE LA BASE NAVAL NORTE”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

**JOHANNA CAROLINA AQUINO ZAMBRANO
LARRY EULADYS QUINTUÑA BARRERA**

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico con cariño a mis padres Rosa Barrera y Manuel Quintuña, que encaminados con Dios supieron elegir las mejores decisiones para nuestra familia, con sus esfuerzos y sacrificios desde cuando era pequeño, no hubiera llegado tan lejos y no estaría realizando mi carrera universitaria.

A mis dos grandes pilares en la vida, las cuales me formaron y guiaron a ser la persona quien soy, mi hermana Tania Quintuña y mi tía Narcisa Quitaquiz.

Larry Euladys Quintuña Barrera

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado para tres personas muy importantes en mi vida; a mi Papá por cada uno de sus consejos, por compartir su experiencia y sabiduría a través de cada etapa en mi vida, mi Mamá por siempre brindarme su apoyo incondicional, su amor de madre, confianza y apoyarme en cada proyecto académico, finalmente a mi Abuelito por brindarme hospitalidad en su casa, además por realizar cada mañana una plegaria para mí y toda mi familia.

Me encanta haber nacido en este hogar, considero que son unos excelentes padres y tengo un abuelito único en su especie.

Espero algún día poder contribuir un poco de todo en lo que me han apoyado.

Dios los Bendiga siempre y les regale muchos años más de vida.

Johanna Carolina Aquino Zambrano

AGRADECIMIENTOS

Agradecer primero a Dios por todas las cosas malas y buenas que me ha hecho vivir y recorrer hasta el día de hoy, el cual es un gran día en mi vida, que será enmarcado en mis recuerdos y sobresaldrá siempre mi memoria. “Mi Graduación”

A mis padres que lucharon día tras día por un futuro mejor para su familia, a mis familiares por su amor incondicional, a mis amigos de toda la vida los cuales siempre han estado en las buenas y malas, a todos mis compañeros y amigos de universidad especialmente aquellos que a pesar de estar ocupados hicieron un espacio en su tiempo para ayudar y apoyar en la elaboración del proyecto, a los ingenieros que cumplieron no solo el rol de profesor y mentor sino que fueron como un padre más en la vida, a mi compañera de tesis y desde ahora colega, a cada uno de las personas nombras solo me toca decirles “GRACIAS”.

Larry Euladys Quintuña Barrera

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgencita por acompañarme cada mañana, por guiarme y alejar esas malas personas de mi vida. Gracias a cada uno de mis familiares; primos, tíos, hermanos, padres, que me brindaron su apoyo y aportaron con un granito de arena para el día de hoy conseguir este título universitario. Gracias a cada uno de los profesores quienes me brindaron su apoyo, aun cuando su jornada de trabajo había culminado. También a cada uno de mis amigos, quienes, a lo largo de esta etapa universitaria, estuvieron siempre dispuestos ayudar, es valioso poder contar con amigos como ustedes. Amigo y compañero de tesis gracias por la paciencia, apoyo y dedicación, me alegro de que no hayan existido diferencias mientras realizábamos la tesis. Mi sobrino hermoso gracias por cada beso y la alegría que me das con cada abrazo.

Finalmente, para esa persona especial gracias por llegar a mi vida, por aparecer con esas cartas y dibujar desde ese momento sonrisas, además gracias por tu apoyo durante la realización de este proyecto.

Johanna Carolina Aquino Zambrano

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Aquino, J. & Quintuña, L. 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”

Johanna Carolina
Aquino Zambrano

Larry Euladys
Quintuña Barrera

EVALUADORES

**PhD. Miguel Ángel Chávez
Moncayo**

PROFESOR DE LA MATERIA

**Ing. Luis Enrique De Grau
Vidal**

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo se fundamenta en el estudio y diseño del sistema de alcantarillado de la Base Naval Norte (BASNOR) en la ciudad de Guayaquil, a través del tiempo este sistema ha perdido eficacia debido a la acumulación de lodos y falta de mantenimiento. En la zona de estudio el mayor problema se presenta en época invernal junto con la crecida del río Guayas; el sistema de evacuación de las aguas servidas colapsa debido a conexiones con la red de aguas lluvias, esto genera malos olores además de ser perjudicial para la salud de los habitantes de la Base Naval Norte. El objetivo es realizar el estudio y diseño del sistema de alcantarillado, la conexión a la red pública de Interagua, para que los habitantes de la Base Naval Norte gocen de un buen sistema de alcantarillado contemplado como un derecho de las personas.

Se realizó el respectivo levantamiento del estado del sistema sanitario y sistema pluvial, para lo cual se utilizó equipo topográfico como estación total, nivel, cinta métrica y herramientas que se utilizaron para alzar las tapas de las cajas de registro. Con la información obtenida se pudo constatar cuáles eran las cajas de registro que presentaban problemas. Se identificó conexiones entre la red de aguas servidas y la red de aguas lluvia, para continuar con el análisis de la información obtenida, se consultó la normativa establecida por Interagua además de solicitar información sobre las conexiones existentes alrededor de la Base Naval.

Con respecto al sistema de alcantarillado sanitario se optó por la conexión colectiva de los 3 pozos principales existentes para al final por mecanismo de bombeo estas aguas servidas sean dirigidas a la cámara de Interagua, el alcantarillado pluvial al estar en buen estado no se recomendó ningún cambio en su diseño, pero si su debido mantenimiento y limpieza para poder disminuir la probabilidad de inundación en época invernal. También se describió otras posibles soluciones, con el fin de solucionar el problema existente en BASNOR.

Palabras Clave: Sistema de alcantarillado, colapso, normativa pluvial, sanitario.

ABSTRACT

The present work is based on the study and design of the sewerage system of the Base Naval Norte (BASNOR) in the city of Guayaquil, over time this system has lost efficiency due to the accumulation of sludge and lack of maintenance. In the study area, the greatest problem occurs during the winter season, along with the rise of the Guayas River; the sewage evacuation system collapses due to connections with the rainwater network, this generates bad odors as well as being harmful to the health of the habitants of the Base Naval Norte. The objectives are to do the study and design of the sewage system and check the connection to the public red of Interagua, so that the habitants of the Base Naval Norte can enjoy a good sewerage system considered as a right of the people.

The respective review of the state of the sanitary system and pluvial system was surveyed, for which topographic equipment was used such as total station, level, tape measure and tools that were used to lift the covers of the registration boxes. With the obtained information it was possible to verify which were the register boxes that presented problems. Connections were identified between the sewage network and the rainwater network, to continue with the analysis of the information obtained, the regulations established by Interagua were consulted, as well as information about the connections existing around the Base Naval Norte.

Regarding the sanitary sewer system, the collective connection of the 3 main existing wells was chosen, so by pumping mechanism, these sewage goes directed to the Interagua chamber. Since the storm sewer system being in good condition, no change was recommended in its design, but its due maintenance and cleaning in order to reduce the probability of flooding during the winter season. Other possible solutions were also described, in order to solve the existing problem in BASNOR.

Keywords: Sewer system, collapse, pluvial regulations, sanitary.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE PLANOS.....	XVI
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Geografía	4
1.5 Precipitación.....	5
1.6 Climatología	6
1.7 Riesgo de inundaciones	6
CAPÍTULO 2.....	9
2. Trabajo en campo y Oficina	9
2.1 Inspección de la red de aguas lluvias (AALL).....	10
2.2 Inspección de la red de aguas servidas (AASS)	12
2.3 Levantamiento de información	12
2.4 Actualización del mapa de AASS	13
CAPÍTULO 3.....	14

3.	Criterios y Métodos para el diseño de la red de Alcantarillado Sanitario y red Pluvial.....	14
3.1	Periodo de diseño.....	14
3.2	Población Futura	15
3.3	Dotación	15
3.4	Coeficiente de retorno	16
3.5	Coeficiente de punta.....	16
3.6	Caudal medio (Qm)	16
3.7	Caudal máximo instantáneo (Q máx.)	17
3.8	Caudal de infiltración	17
3.9	Caudal por conexiones ilícitas	18
3.10	Caudal de diseño.....	18
3.11	Criterio No. 1 para el trazado de redes.....	18
3.11.1	Área de aporte	18
3.11.2	Densidad Poblacional	18
3.12	Criterio No. 2 para el trazado de redes.....	23
3.12.1	Análisis de caudal por ramal de tuberías	23
3.13	Diferencias del primer y segundo método	28
	CAPÍTULO 4.....	29
4.	Diseño De las Alternativas Propuestas.....	29
4.1	Conexión de las AASS a la red pública (INTERAGUA).....	29
4.1.1	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial	29
4.1.2	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	30
4.2	Nueva planta de tratamiento general.....	33
4.2.1	Diseño de los tramos.	34
4.2.2	Tratamiento preliminar	34
4.2.3	Sistema de bombeo	37

4.2.4	Tratamiento mediante sedimentador primario	43
4.2.5	Tratamiento secundario	47
4.2.6	Lechado de secado.....	48
4.3	Rehabilitación de los pozos principales.....	50
CAPÍTULO 5.....		53
5.	Análisis de alternativas	53
5.1	Alternativa No 1: Conexión de las AASS a la red pública.....	53
5.1.1	Ventajas.....	53
5.1.2	Limitaciones.....	53
5.2	Alternativa No 2: Nueva planta de tratamiento de aguas servidas	54
5.2.1	Ventajas.....	54
5.2.2	Restricciones	54
5.3	Alternativa No 3: Rehabilitación de los pozos principales.	55
5.3.1	Ventajas.....	55
5.3.2	Limitaciones.....	55
5.4	Variables.	55
5.5	Matriz de decisión.....	55
5.6	Elección de alternativa.	56
CAPÍTULO 6.....		57
6.	Estudio Ambiental.....	57
6.1	Requisitos.....	57
6.2	Registro Ambiental	58
6.2.1	Información del proyecto.....	58
6.2.2	Datos generales.....	59
6.2.3	Marco Legal Referencial	60
6.2.4	Descripción del Proceso	63
6.2.5	Descripción del Área de Implantación.....	65

6.2.6	Principales Impactos Ambientales	65
6.2.7	Plan de Manejo Ambiental (PMA)	67
CAPÍTULO 7.....		73
7.	Especificaciones Técnicas.....	73
7.1	Alcance de las Especificaciones.	73
7.2	Limpieza del terreno	73
7.3	Trazado y Replanteo.	74
7.4	Excavación de zanjas para tubería (incluye desalojo).....	74
7.5	Excavación manual.	75
7.6	Relleno con arena.	75
7.7	Relleno compactado con material de préstamo importado (Incluye transporte)	76
7.8	Relleno compactado con material de sitio.	76
7.9	Cámara de inspección de AASS. F´C 280 KG/CM2.....	77
7.10	Suministro e instalación de tubería PVC=160MM.	78
7.11	Sistema de bombeo.....	78
8.	Presupuesto De Obra	79
CAPÍTULO 8.....		91
9.	Conclusiones y Recomendaciones.....	91
9.1	Conclusiones.....	91
9.2	Recomendaciones.....	92
10.	Bibliografía.....	94
11.	ANEXOS.....	97
11.1	ANEXO A	97
11.2	ANEXO B	108
11.3	ANEXO C	111
11.4	ANEXO D	140

11.5	ANEXO E	143
11.6	ANEXO F.....	149
11.7	ANEXO G	150

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
SNGR	Secretaría de Gestión de Riesgos
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
BASNOR	Base Naval Norte
BASUIL	Base Naval Sur
AGUENA	Academia de Guerra Naval
DIGEDU	Dirección General de Educación
LICGUA	Liceo Naval Primaria y pre-escolar
ESMENA	Escuela de la Marina Mercante
AALL	Aguas Lluvias
AASS	Aguas Servidas
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
IA	Interagua C. Ltda.
Msm	Metros sobre el nivel del mar
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
SST	Sólidos suspendidos totales
PPM	Plan de prevención y mitigación de impactos
PMD	Plan de manejo de desechos
PRC	Plan de relaciones comunitarias
PC	Plan de contingencias
PCC	Plan de comunicación y capacitación
PSSO	Plan de seguridad y salud ocupacional
PMS	Plan de monitoreo y seguimiento
PR	Plan de rehabilitación
PCA	Plan de cierre, abandono y entrega del área
PMA	Plan de manejo ambiental
ND	No disponible

SIMBOLOGÍA

L	Litros
Hab	Habitantes
Ha	Hectáreas
m	Metros
mm	Milímetro
m ²	metros cuadrados
m ³	metros cúbicos
min	Minutos
s	Segundos
Df	Dotación Futura
l/s	Litros sobre segundos
l/hab/día	Litros sobre habitantes por día
S	pendiente
Pf.	Población Futura
Pa	Población Actual
M	Coeficiente de simultaneidad
n	periodo de diseño
r	Tasa de crecimiento
A	Área
Q	Caudal
Qm	Caudal Medio
Q máx.	Caudal máximo Instantáneo
Q in	Caudal de infiltración
Q ci	Caudal por conexiones ilícitas
Hp	Horse Power
PVC	Policloruro de vinilo
GPM	Galones por minuto

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Planos de aguas servidas año 2016.....	2
Figura 1.2 Precipitación acumulada mayo del 2017 (mm).....	5
Figura 1.3 Precipitación anual Histórica de Guayaquil	6
Figura 1.4 Resumen de mareas del estuario Daule / Guayas	7
Figura 2.1 Planos de la Base Naval Norte.....	9
Figura 2.2 Planos de aguas lluvias año 2003	10
Figura 2.3 Caja de registro de AALL cerca de la entrada principal.....	11
Figura 2.4 Rejilla recolectora de la red de AALL	11
Figura 2.5 Ramal “A” de la red de AASS.....	12
Figura 3.1 Distribución de áreas de aporte.....	19
Figura 4.1 Vista lateral de los pozos principales.....	31
Figura 4.2 Vista en planta del Pozo Séptico.....	51
Figura 4.3 Pozo séptico 3.....	51
Figura 4.4 Pozo séptico 2.....	52
Figura 4.5 Pozo séptico 1	52
Figura 6.1 Consulta de Actividades Ambientales	57
Figura 11.1 Sumidero obstaculizado por tierra y ramas de árboles.....	98
Figura 11.2 Sumidero obstaculizado por tierra	98
Figura 11.3 Salida de aguas lluvias.....	99
Figura 11.4 Basura en la salida de aguas lluvias	99
Figura 11.5 Carpeta de asfalto cubriendo cámara de revisión de AALL.....	100
Figura 11.6 Medición de cotas de las cámaras y sumideros	100
Figura 11.7 Quinta cámara de AALL	101
Figura 11.8 Sexta cámara de AALL.....	101
Figura 11.9 BM arbitrario para obtención de cotas.....	102
Figura 11.10 Medición del BM Base.....	102
Figura 11.11 Medición en bajamar	103
Figura 11.12 Pozos cerca del puente	106
Figura 11.13 Reconocimiento de Cajas según planos de Interagua	106
Figura 11.14 Restos de hormigón cerca de la ubicación de las cámaras.....	107
Figura 11.15 Análisis del ramal “A”	111

Figura 11.16 Análisis del ramal “B”	112
Figura 11.17 Línea de AALL caja de registro	113
Figura 11.18 Caja de registro de la línea de AALL	113
Figura 11.19 Análisis del ramal “C”	114
Figura 11.20 Caja sellada por una capa de hormigón	115
Figura 11.21 Tapa cubierta por baldosa	116
Figura 11.22 Acumulación de aguas servidas	116
Figura 11.23 Caja de registro al límite de su capacidad	117
Figura 11.24 Superficie se observa sellada	118
Figura 11.25 Caja sellada	118
Figura 11.26 Tapa de la caja pegada con el piso	119
Figura 11.27 Filos de caja unidos con el nivel del piso	119
Figura 11.28 Caja completamente sellada	120
Figura 11.29 Empozamiento de aguas servidas	120
Figura 11.30 Tapa de la caja difícil de abrir	121
Figura 11.31 Superficie de la caja cubierta por tierra. Caja escondida	121
Figura 11.32 Caja ubicada debajo de un aire acondicionado	122
Figura 11.33 Juntas de la tapa selladas al nivel del piso	122
Figura 11.34 Caja sellada, difícil de abrir para observación.	123
Figura 11.35 Junta de la tapa completamente selladas	123
Figura 11.36 Análisis del ramal “D”	124
Figura 11.37 Análisis de ramal “E”	125
Figura 11.38 Caja de registro con tierra	126
Figura 11.39 Caja de registro con presencia de tierra	126
Figura 11.40 Caja de registro con presencia de basura	127
Figura 11.41 Caja de registro con presencia de tierra	127
Figura 11.42 Caja de registro con tierra	128
Figura 11.43 Caja de registro colapsada	128
Figura 11.44 Análisis del ramal “F”	129
Figura 11.45 Caja sellada	130
Figura 11.46 Tapa da caja al mismo nivel del piso	130
Figura 11.47 Difícil abrir caja	131
Figura 11.48 Se evidenció la presencia de peces en esta caja.	131

Figura 11.49 Acumulación de agua en la caja.....	132
Figura 11.50 Análisis del ramal “G”	133
Figura 11.51 Caja de registro colapsada.....	134
Figura 11.52 Caja de registro colapsada.....	134
Figura 11.53 Análisis del ramal “H”	135
Figura 11.54 Se evidencia empozamiento de aguas servidas.....	136
Figura 11.55 Análisis del ramal I y J.....	138
Figura 11.56 Análisis del ramal “K”.....	139
Figura 11.57 Cotización para bomba sumergible	143
Figura 11.58 Especificación de bomba sumergible	144
Figura 11.59 Dimensión de bomba sumergible DWF	145
Figura 11.60 Dimensión de bomba sumergible DWFZ.....	145
Figura 11.61 Curvas de desempeño	146
Figura 11.62 Tabla de rendimiento.....	146
Figura 11.63 Curvas de desempeño DW.....	147
Figura 11.64 Tabla de rendimiento DW	147
Figura 11.65 Curvas de desempeño DW VOX.....	148
Figura 11.66 Tabla de rendimiento DW VOX	148
Figura 11.67 Cotización de bombas centrífuga	149
Figura 11.68 Ubicación de las redes de los sistemas existentes.....	150
Figura 11.69 Ubicación de las redes de los sistemas existentes de agua potable ..	151
Figura 11.70 Ubicación de las redes de los sistemas existentes de alcantarillado sanitario.....	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Indicadores de exposición de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático.....	8
Tabla 3.1 Resumen de dotaciones (l/hab/día). Escenario Conservador.....	16
Tabla 3.2 Tipo de infiltración según plan maestro de Interagua	17
Tabla 3.3 Áreas de aporte y población existente.....	19
Tabla 3.4 Caudal de aportación actual en base a división por áreas.	20
Tabla 3.5 Caudal de aportación Futura en base a división por áreas.....	21
Tabla 3.6 Demanda de alcantarillado sanitario.....	22
Tabla 3.7 Valores típicos de los usos públicos de agua	23
Tabla 3.8 Valores típicos según establecimientos.....	24
Tabla 3.9 Caudal de aportación ramal “A”	25
Tabla 3.10 Caudal de aportación ramal “B”	25
Tabla 3.11 Caudal de aportación ramal “C”	25
Tabla 3.12 Caudal de aportación ramal “D”	26
Tabla 3.13 Caudal de aportación ramal “E”	26
Tabla 3.14 Caudal de aportación ramal “F”	26
Tabla 3.15 Caudal de aportación ramal “G”.....	27
Tabla 3.16 Caudal de aportación ramal “H”	27
Tabla 3.17 Caudal de aportación ramal “I”	27
Tabla 3.18 Caudal de aportación ramal “J”.....	28
Tabla 3.19 Caudal de aportación ramal “K”	28
Tabla 3.20 Diferencia de caudales por métodos	28
Tabla 4.1 Caudal de aguas servidas para la población futura.....	29
Tabla 4.2 Información de pozos principales	31
Tabla 4.3 Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados.....	32
Tabla 4.4 Tabla de pendientes	32
Tabla 4.5 Cotas de diseño.....	33
Tabla 4.6 Cotas de diseño.....	34
Tabla 4.7 Proceso para el tratamiento de AASS	34
Tabla 4.8 Parámetros para el diseño de rejillas.....	35
Tabla 4.9 Resumen de valores para el diseño de la rejilla	37

Tabla 4.10 Potencia de motores.....	38
Tabla 4.11 Valores de Módulo de elasticidad.....	41
Tabla 4.12 Valores de las constantes empíricas.....	46
Tabla 4.13 Resumen de valores para el diseño del sedimentador.....	46
Tabla 4.14 Resumen de diseño del filtro.....	48
Tabla 4.15 Resumen de Lecho de secado.....	50
Tabla 5.1 Valoración de las variables.....	56
Tabla 5.2 Matriz de decisión.....	56
Tabla 6.1 Sistema de Coordenadas.....	59
Tabla 6.2 Estado del proyecto.....	59
Tabla 6.3 Dirección.....	59
Tabla 6.4 Datos del promotor.....	59
Tabla 6.5 Características de la zona.....	60
Tabla 6.6 Marco legal.....	60
Tabla 6.7 Actividades del proceso.....	63
Tabla 6.8 Descripción del área.....	65
Tabla 6.9 Componente Fauna.....	65
Tabla 6.10 Impactos Ambientales.....	65
Tabla 6.11 Plan de manejo ambiental.....	67
Tabla 8.1 Presupuesto Referencial.....	79
Tabla 8.2 Limpieza del terreno.....	80
Tabla 8.3 Trazado y replanteo.....	81
Tabla 8.4 Excavación de zanja para tubería.....	82
Tabla 8.5 Excavación manual.....	83
Tabla 8.6 Suministro e instalación de tubería PVC.....	84
Tabla 8.7 Caja de registro.....	85
Tabla 8.8 Relleno con arena.....	87
Tabla 8.9 Relleno con material del sitio.....	88
Tabla 8.10 Relleno compactado con material de préstamo importado.....	89
Tabla 8.11 Sistema de bombeo.....	90
Tabla 11.1 Obtención del cero msnm.....	103
Tabla 11.2 Nivelación y contra nivelación de los BMs.....	104
Tabla 11.3 Volumen de excavación.....	106

Tabla 11.4 Levantamiento de Información de usuarios	108
Tabla 11.5 Valores obtenidos de la caja C2	115
Tabla 11.6: Valores obtenidos de C11 y C12	117
Tabla 11.7: Análisis de cotas obtenidas según las cajas de AA.SS.	136
Tabla 11.8 Datos para el diseño de conexión de los pozos parte 1	140
Tabla 11.9 Datos para el diseño de conexión de los pozos parte 2	141

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Red de aguas lluvias

PLANO 2 Red de aguas servidas actualizado

PLANO 3 Diseño de la conexión entre pozos: Alternativa 1

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La Base Naval Norte se encuentra ubicada en la av. Pedro Menéndez Gilbert junto al puente de la Unidad Nacional. Tiene alrededor de 17.75 hectáreas y cerca de 4.740 usuarios utilizan las instalaciones. Dentro de sus límites, se encierran las edificaciones pertenecientes a Dirección General de Educación (DIGEDU), Academia de Guerra Naval (AGUENA), Centro Tecnológico Naval (CETNAV), Liceo Naval de Guayaquil (LICGUA), Base Naval Norte (BASNOR) y Escuela de la Marina Mercante Nacional (ESMENA). Esta institución apoya a los repartos y establecimientos educativos a través de la coordinación de servicios generales, permitiendo a los repartos cumplir sus funciones y tareas eficientemente; además proporciona a los ciudadanos ecuatorianos, acuartelados para cumplir con el servicio militar, la preparación intelectual, física, psíquica y moral, que les permita afrontar en las mejores condiciones los rigores de la guerra.

Inicialmente, en base a la información proporcionada se indicaba que existía colapso del sistema de alcantarillado, este problema era mayormente evidenciado en la época invernal, en donde la unión de varios factores como por ejemplo intensas lluvias y la crecida del río, provocaban una notable falla en el sistema sanitario.

Las instalaciones del sistema sanitario fueron creadas por el año de 1970, y a partir de ese momento, se han realizado varias adaptaciones en el sistema sanitario para facilitar un ambiente estable y proporcionar comodidad al personal que labora en la institución.

El proyecto que se propone está orientado a resolver la problemática que afecta a la población, se realizó el levantamiento de información de usuarios para conocer el caudal de aguas servidas que se mandaba a cada caja de registro, fue necesario un relevamiento del sistema de aguas servidas pues los planos proporcionados no eran actualizados, presentándose algunas desventajas ya que se evidenciaba la realización de nuevas conexiones dentro de la institución. Siendo de interés social, académico y profesional desarrollar el estudio y diseño de las redes de alcantarillado y aguas lluvias, con la finalidad de proporcionar un ambiente sano para el desarrollo de las diversas actividades dentro de la institución.

1.1 Descripción del problema

Se estima que en la actualidad en la Base Naval Norte existen alrededor de 4.740 usuarios, de los cuales aproximadamente 2.753 son hombres y 1.987 son mujeres, se conoce que no existe un óptimo sistema de alcantarillado, por lo cual se ha solicitado el respectivo estudio.

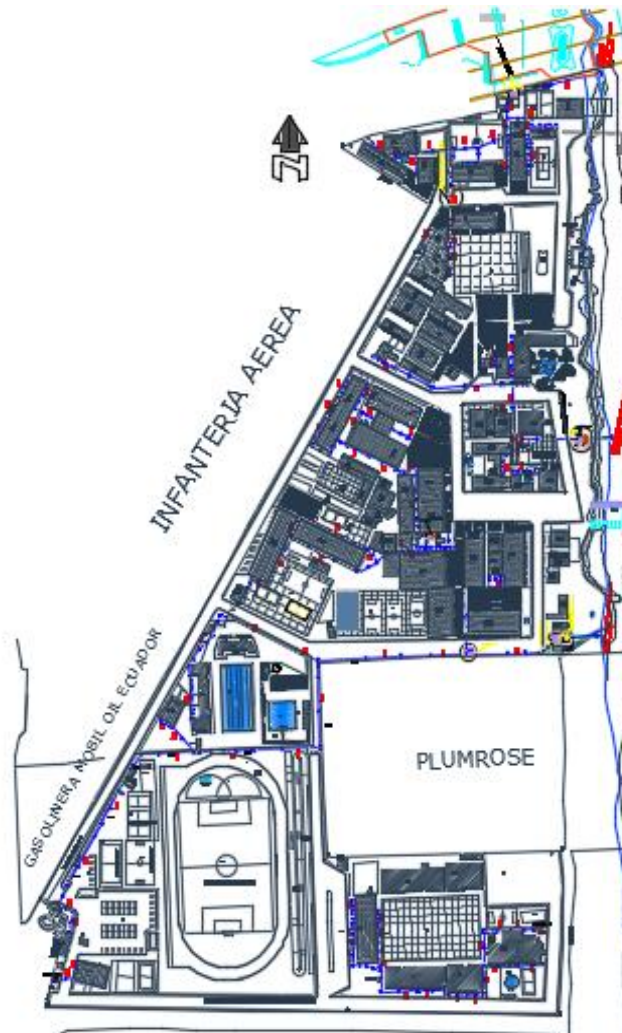


Figura 1.1. Planos de aguas servidas año 2016

Fuente: Base Naval Norte, 2016

Las instalaciones dentro de la Base Naval Norte exceden en la cantidad de demanda del caudal para el cual fueron diseñados inicialmente, algunas edificaciones antiguamente eran utilizadas para laboratorios y actualmente desempeñan funciones administrativas, partiendo de ahí la necesidad de nuevas conexiones para las cajas de aguas servidas.

Como una manera de escapatoria a corto plazo, se han realizado dentro de la Base Naval Norte varias conexiones clandestinas, provocando así el colapso de algunas de estas cajas, sumado el hecho que no se ha realizado el mantenimiento necesario del sistema.

Actualmente algunas de las cajas de registro de aguas lluvias y aguas servidas se encuentran de la siguiente manera:

Las conexiones del sistema de aguas servidas actualmente son dirigidas hacia los pozos sépticos existentes en la Base Naval Norte. Además, se evidencia conexiones de aguas servidas con cámaras de aguas lluvias. Esta situación en época invernal provoca el colapso de las cajas, debido a las fuertes precipitaciones existentes en el sector además de la crecida del río.

En algunas cajas de aguas servidas se evidenció la presencia de peces, pues su red de alcantarillado desfoga en el río. Siendo esto un gran impacto ambiental ya que desestabiliza el ecosistema existente en el sector. Mientras que las conexiones de aguas lluvias desfogán al río.

Para desarrollar dicho tema, se solicitó a Interagua la respectiva información:

- Manual de diseño de redes de alcantarillado en base a la normativa vigente.
- Capacidad del colector existente dentro de la institución de las fuerzas armadas.
- Planos de las redes de alcantarillado y puntos de posibles conexiones en las zonas alrededor de la Base Naval Norte.

1.2 Justificación del problema

La Base Naval Norte, posee instalaciones sanitarias al servicio del personal naval que labora en los diferentes repartos acantonados en la misma; durante el reconocimiento de las instalaciones para poder obtener una mejor apreciación del estado actual del sistema sanitario y pluvial, se realizó la respectiva inspección de las cajas de aguas lluvias y aguas servidas, se pudo constatar el mal estado en que se encuentran debido al tiempo de uso y la falta de mantenimiento, por lo que se ve afectada la salubridad e higiene del personal naval.

Se desea mejorar el sistema de alcantarillado para futuros anexos de tripulación femenina dentro de las instalaciones de BASNOR, actualmente se está realizando

las respectivas adecuaciones para brindar un ambiente sano a la tripulación que en un futuro se planea incorporar. Los pozos sépticos también necesitan un mantenimiento pues estos no abastecen debido a la demanda de material fecal que estos reciben. Existe una planta de tratamiento pequeña pero ya no está en funcionamiento. Aun así, dentro de la misma se evidencia aguas servidas.

El enfoque del proyecto se basa en conectar las redes de alcantarillado existentes dentro de la Base Naval Norte hacia un colector cercano de la empresa Interagua, para el respectivo tratamiento de las aguas, conducción y disposición final de las aguas servidas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar el estudio y diseño del Sistema de Alcantarillado de la Base Naval Norte para beneficio de su población, además de cumplir con la normativa vigente en Interagua.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar un sistema de aguas servidas que conecte a la red de alcantarillado de Interagua para su respectivo conducción y disposición final.
2. Establecer diferentes alternativas para el diseño del sistema de alcantarillado.
3. Determinar los caudales de las aguas servidas en cada reparto con su respectivo diámetro de tuberías a utilizar para el diseño de la planta de tratamiento.

1.4 Geografía

La ciudad Guayaquil se encuentra ubicada en la cuenca baja del río Guayas, que nace en las provincias de Pichincha y Cotopaxi, y que desemboca en el Golfo de Guayaquil en el Océano Pacífico. Los dos más importantes afluentes, son los ríos: Daule y Babahoyo, estos se unen al norte de la ciudad formando un gran caudal que descarga en el Golfo de Guayaquil, que es el principal río y accidente

geográfico en la vertiente del Pacífico de toda América, con un promedio anual de 30 000 millones de m³ de agua. También existen otros ríos que son: el Tigre y Jujan. Frente a esta urbe nace una cordillera costanera, donde se encuentran los cerros Santa Ana y del Carmen, su elevación más alta se da en el sector donde se encuentran las ciudadelas Los Ceibos y se los denomina cerro Azul. El desarrollo de gran parte de la ciudad ha sido sobre planicies, llanuras de inundación y ocupando áreas de manglar y de estero salado. (GAD, 2018)

1.5 Precipitación

El periodo invernal se da en los meses de diciembre a enero y culmina en los meses entre abril y mayo. En la provincia del Guayas la precipitación normal que reporta es un valor de 356.60mm, pero durante el mes de febrero del 2017 fue de 397.40mm, siendo este valor mayor en 40.80mm del valor normal. Las variaciones en las precipitaciones fueron de variada intensidad siendo estas superiores a los valores de la normal.

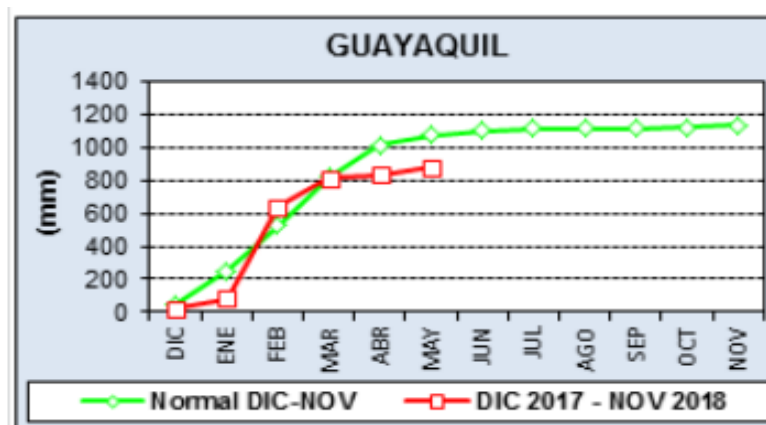


Figura 1.2 Precipitación acumulada mayo del 2017 (mm)

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2017

Estas lluvias frecuentes ocasionaron el desborde de los ríos afectando a los cultivos sembrados en los linderos de los ríos; condiciones que requieren labores de drenajes preventivos o de remediación para el al llegar a niveles extremos de saturación en ciertas zonas. (INAMHI, Boletín de Precipitación y Temperatura, 2017)

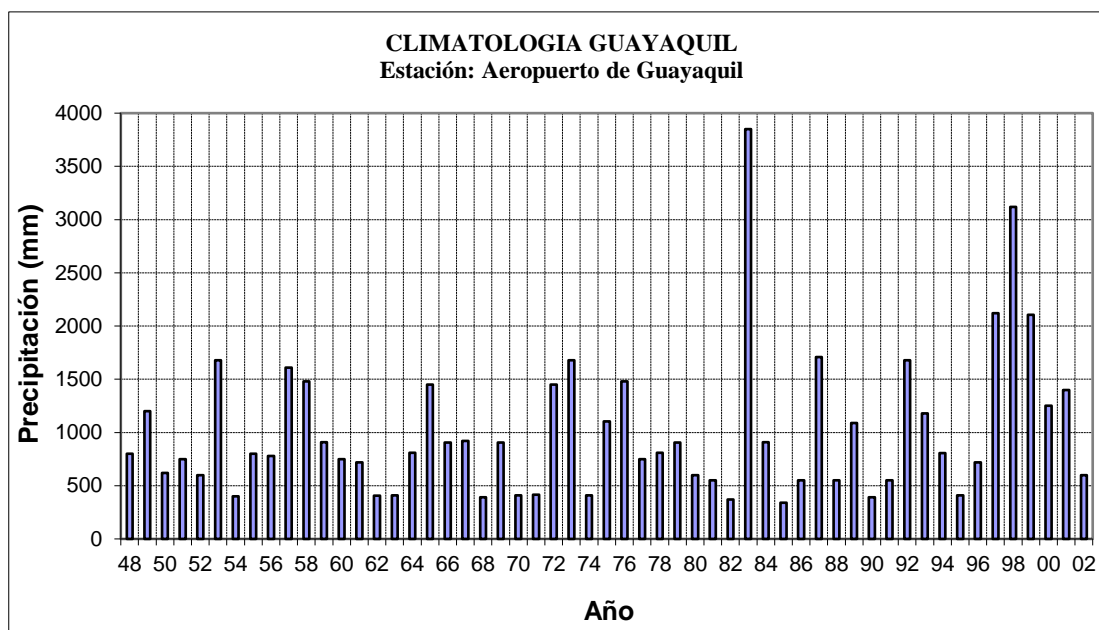


Figura 1.3 Precipitación anual Histórica de Guayaquil

Fuente: INAMHI, 2010

1.6 Climatología

El clima de la zona es el resultado de la combinación de varios factores, debido a su ubicación en la zona ecuatorial, la ciudad tiene una temperatura cálida durante casi todo el año, no obstante, su proximidad al Océano Pacífico hace que las corrientes de Humboldt y de El Niño marquen dos periodos climáticos.

Un periodo está comprendido entre los meses de junio hasta diciembre, se conoce como la temporada seca en donde se presentan temperaturas de 23 a 25 grados centígrados, el segundo periodo se da en la temporada invernal su temperatura va de 26 a 32 grados centígrados. (INAMHI, Boletín Climático y Agrícola, 2018)

1.7 Riesgo de inundaciones

Las inundaciones constituyen el mayor impacto del cambio climático previsto para la ciudad de Guayaquil, presentando en una gran parte, o incluso en la totalidad de su superficie, riesgos altos de inundación. Desde el 2012 al 2015 se contabilizaron un total de 79 inundaciones en la Ciudad de Guayaquil.

El Ingeniero Reguero a través del Instituto Hidráulico Ambiental (2015) informó: En cuanto al aumento del nivel del mar, el aumento medio global del nivel del mar en un contexto de cambio climático sería de entre 26 cm y de 30 cm.

Guayaquil es la cuarta ciudad costera del mundo que registra mayores pérdidas económicas, generalmente las inundaciones en la ciudad se deben a intensas lluvias en periodos de marea alta que son agravados por la falta de capacidad de descarga o amortiguamiento de los sistemas de drenaje local, la impermeabilización de los suelos debido a la ocupación urbana y la falta de control del efecto de remanso desde aguas abajo. El aumento del nivel del mar previsto no hará sino empeorar esta situación. (Ludeña & Wilk, 2013)

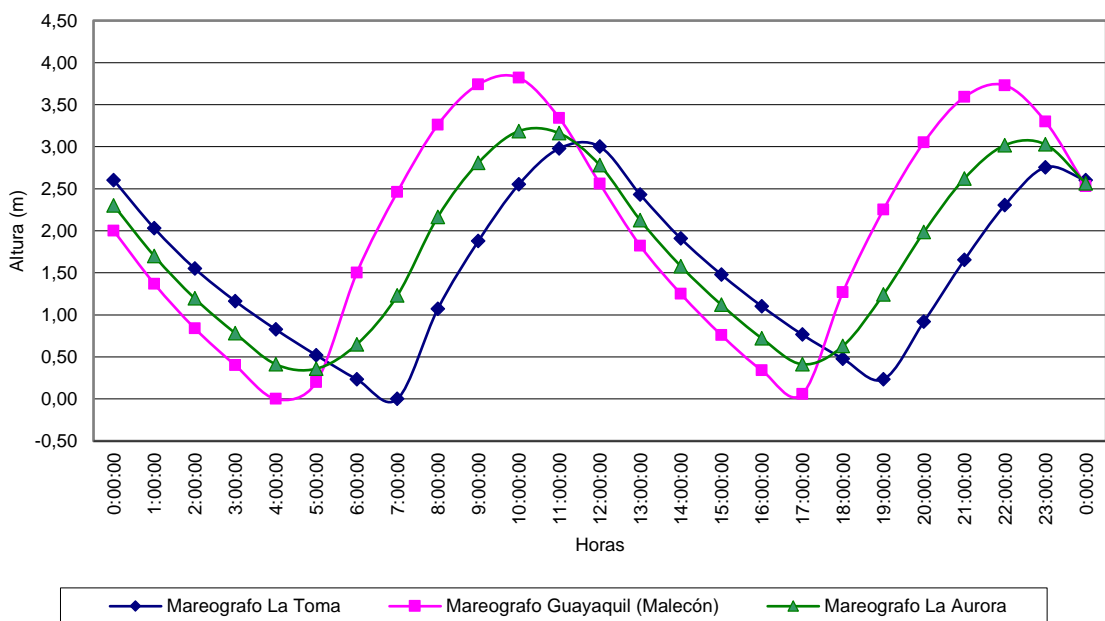


Figura 1.4 Resumen de mareas del estuario Daule / Guayas

Fuente: Aquatec S.A.- Envirosoft, 2006

Los datos presentados en el resumen de mareas fueron obtenidos de un estudio durante los meses de marzo y septiembre del 2006, se observa una variación diurna en el nivel con un valor de 3 metros en el río Daule a la altura de La Toma y un valor de 4 metros en el río Guayas a la altura del Malecón.

A continuación, se presenta una tabla para los indicadores sobre riesgo de inundación y deslizamiento de tierra, contabilizados en Guayaquil en los últimos 5 años.

Tabla 1.1 Indicadores de exposición de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático

Indicador	Riesgo de inundación	Riesgo de deslizamiento de tierra
Unidad	% Superficie amenazada/ superficie total de la parroquia	
Fuente	SNGR	SNGR
Año base	2011	2011
9 De Octubre	73	-
Ayacucho	73	-
Bolívar	72	-
Carbo	34	-
Febres Cordero	74	35.3
García Moreno	71	-
Letamendi	76	-
Olmedo	71	-
Pascuales	55	49.46
Roca	38	-
Rocafuerte	72	-
Sucre	72	-
Tarqui	40	53.4
Urdaneta	74	-
Ximena	60	-
Monte Sinaí	86	100
Resto expansión urbana	1	68.75

Fuente: Acimatase, ICare & Consult, 2016

En base a la tabla se puede observar que las parroquias con el mayor porcentaje de su territorio sometido a riesgo de inundación serían: Letamendi, Febres Cordero, Urdaneta, 9 de octubre y Ayacucho, debido a que se encuentran situadas en pleno corazón urbano de la ciudad de Guayaquil.

CAPÍTULO 2

2. TRABAJO EN CAMPO Y OFICINA

Como parte del presente trabajo se procedió a realizar las inspecciones de las cajas de registro de la red de aguas lluvias y cajas de registro de la red de aguas servidas de BASNOR, el levantamiento de información de la cantidad de baños que existen y la cantidad de personas que los utilizan diariamente, como parte final la actualización de los planos de ambas redes pluvial y sanitaria. Con ayuda de esta información se tomarán las debidas decisiones en lo que respecta al diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial.

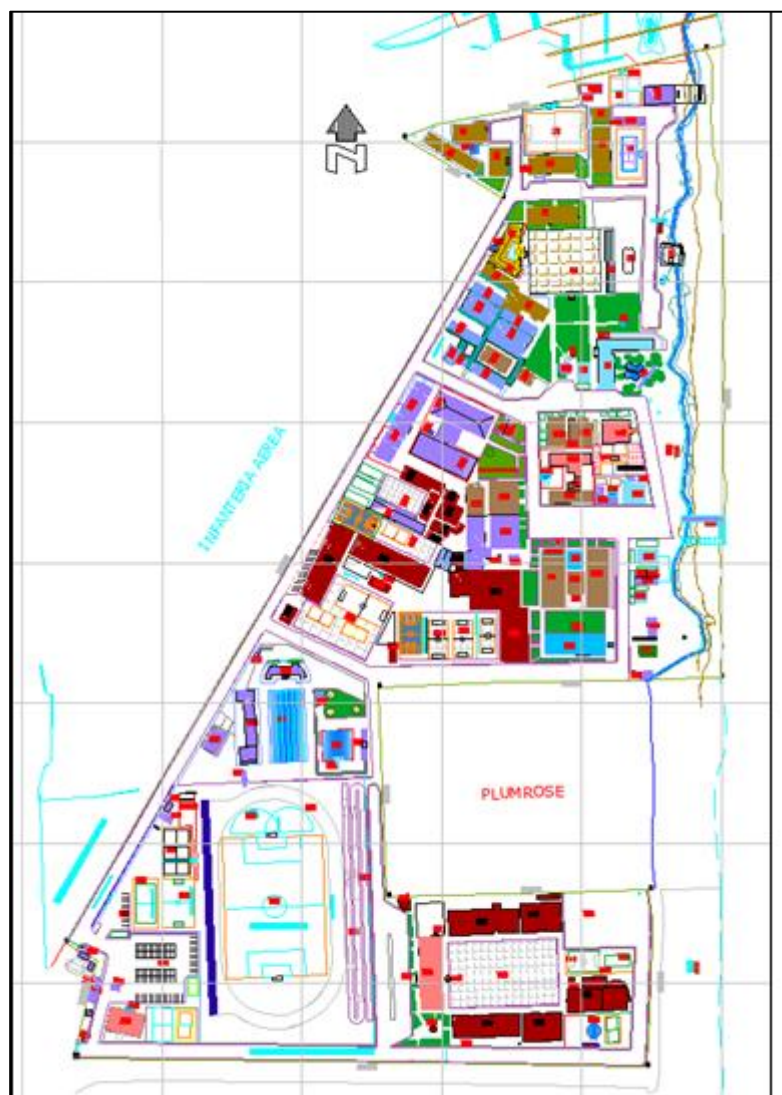


Figura 2.1 Planos de la Base Naval Norte

Fuente: Base Naval Sur, 2018

2.1 Inspección de la red de aguas lluvias (AALL)

En base a los planos facilitados por la Base Naval Sur (BASUIL), se realizó el respectivo reconocimiento de cada sumidero, caja y cámara de revisión; durante la revisión técnica se encontraron algunos inconvenientes, los cuales se explicarán a continuación.

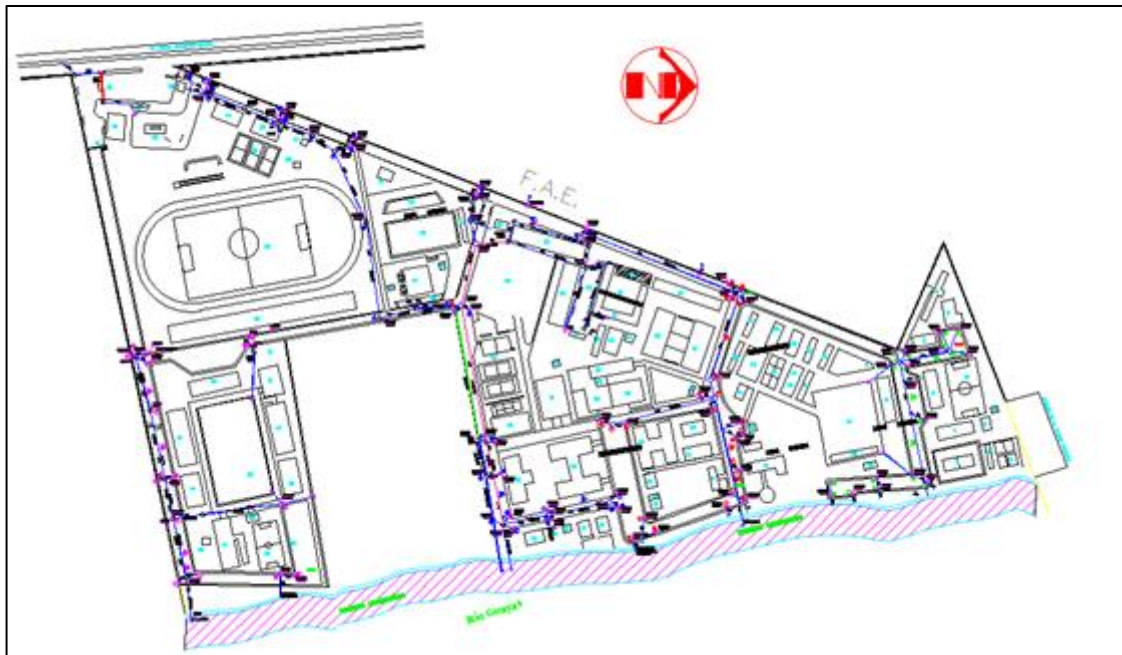


Figura 2.2 Planos de aguas lluvias año 2003

Fuente: Base Naval Sur, 2003

Uno de los principales inconvenientes es la conexión de aguas servidas en la red de aguas lluvias, por el acceso principal calle Pedro Menéndez Gilbert, en la zona de la entrada, la garita, bar, cyber y sala común; están conectadas a la red de aguas lluvias. Sin embargo, un problema en común del área de inspección es que la mayoría de las rejillas están colapsadas por basura como hojas secas, tierra y ramas, gran parte de la red de alcantarillado pluvial está cubierta por una capa de asfalto flexible lo cual dificulta la revisión de las cámaras de registro.



Figura 2.3 Caja de registro de AALL cerca de la entrada principal

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 2.4 Rejilla recolectora de la red de AALL

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

2.2 Inspección de la red de aguas servidas (AASS)

La red de AASS se la dividió por ramales dándole nombres con las letras del alfabeto.



Figura 2.5 Ramal “A” de la red de AASS

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

El número de ramales totales asignados fueron 11, desde A hasta la K, comparando con los planos entregados por BASUIL muchas de las cajas de registro se encontraron inhabilitadas, colapsadas o destruidas.

Algunos ramales presentaban conexiones con la línea de aguas lluvias, tal caso es el ramal B. (Ver Anexo C)

Un gran número de cajas de registro no se lograron abrir para su pertinente inspección, la causa de algunas cajas fue que sus tapas estaban adheridas con la superficie o no se contaba con los instrumentos necesarios.

2.3 Levantamiento de información

Para elaborar correctamente las posibles alternativas se decidió realizar un levantamiento de información con el fin de establecer la cantidad de baños y personas que lo utilizan diariamente, esta información determina el caudal que se genera por ramales, por áreas específicas y el caudal total generado por todo BASNOR. (Ver Anexo B)

Adicionalmente a la obtención de la información antes mencionada también se realizó la obtención de cotas a lo largo del camino donde se pretende realizar una nueva red de aguas servidas, con esta información realizar los cálculos necesarios de excavación, para más información de los trabajos realizados en campo ver el respectivo informe que se realizó. (Ver Anexo E)

2.4 Actualización del mapa de AASS

Se actualizaron los planos de AASS, para facilitar para próximos trabajos de estudios, ubicando la posición de todos los baños existentes, las cajas de registro con color identificando su problema y la dirección de las aguas servidas. Sin embargo, los planos de AALL no se modificó nada.

Ubicando también el nuevo sistema que movilizara las aguas residuales de pozo a pozo y las dos cámaras de registro de Interagua las cuales son las más cercanas a la base.

CAPÍTULO 3

3. CRITERIOS Y MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y RED PLUVIAL

Considerando las bases de datos disponibles se ha detectado la necesidad de analizar el grado de conectividad en el desarrollo del sistema de alcantarillado de BASNOR. Actualmente, es considerado como un usuario no conectado a la red de alcantarillado de la ciudad de Guayaquil, se define como usuario no conectado quienes descargan sus aguas servidas en sistemas alternos como lo son los pozos sépticos, redes de aguas lluvias, entre otros.

En esta etapa se desarrollan dos propuestas de diseño en base a la información obtenida por Interagua, junto con los respectivos parámetros técnicos de diseño cada una de ellas dará una solución para la red del sistema de alcantarillado sanitario, para mejorar las condiciones de vida de los usuarios dentro de BASNOR. La autoridad naval pertinente tendrá estas alternativas y evaluará la mejor opción en base al presupuesto disponible.

3.1 Periodo de diseño

El periodo de diseño se define en base a la población a ser atendida, las obras de alcantarillado se definen en función del factor de economía de escala y tasa de actualización (Saneamiento Ambiental & Sanitarias, 1992), el sistema debe garantizar la funcionalidad durante el tiempo de vida útil para el cual fue diseñado, para una población mayor a 1000 habitantes se diseñará para un periodo de 20 años.

El Código Ecuatoriano de la Construcción De Parte IX Obras Sanitarias (1992) establece: dado que los componentes principales de un proyecto de alcantarillado presentan distintos factores de economía de escala, estos pueden, de considerarse justificable, dimensionarse para diferentes períodos intermedios de diseño.

Como regla general, las obras con economías de escala significativas se diseñarán para la capacidad final del diseño, en tanto que los otros con pequeñas economías

de escala se diseñarán para períodos más cortos, de ser posibles múltiplos del período final.

3.2 Población Futura

Es la cantidad de habitante que podría aumentar durante el periodo de diseño de la obra. Es difícil predecir con exactitud el índice de crecimiento en el sector de análisis, debido a muchos factores, los cuales pueden ser influenciados por incidencia social y económica, se utilizará el método aritmético para la predicción a corto plazo de la población pequeña del sector de BASNOR, este método se basa en un incremento constante. Para obtener un estimado de la población futura en el 2038, se utilizan los datos obtenidos a través de la institución en el año 2007 y el levantamiento de información realizada durante la fase inicial del proyecto en este año.

Tasa de crecimiento aritmético

$$r = \frac{\text{Población 2018} - \text{Población 2007}}{2018 - 2007} \quad (3.1)$$

$$r = \frac{4.619 - 4.455}{2018 - 2007}$$

$$r = 15 \text{ hab/año}$$

Población futura

$$\text{Población}_{2038} = \text{Población}_{2007} + r(2018 - 2007) \quad (3.2)$$

$$\text{Población}_{2038} = 4455 + 15(2018 - 2007)$$

$$\text{Población}_{2038} = 4917 \text{ habitantes}$$

3.3 Dotación

La dotación se establecerá de acuerdo con la zona de estudio, en este caso la zona se encuentra ubicada en el sector Noreste de la Ciudad de Guayaquil, en la parroquia Tarqui. Se definirá en base a la densidad habitacional, nivel socioeconómico, disponibilidad de recursos, costumbres, etc.

BASNOR se encuentra en la Zona "D". En base al Manual de Diseño de Interagua en la tabla de resumen de dotaciones, para la zona D en un escenario conservador sería de 200 l/hab/día. (Interagua C. LTDA, 2015)

Tabla 3.1 Resumen de dotaciones (l/hab/día). Escenario Conservador

ZONA	2010	2020	2030
A	130.7	145.0	160.0
B	108.7	140.0	150.0
C	151.5	160.0	170.0
D	190.0	200.0	215.0
E	225.1	206.6	195.0
F	320.0	330.0	340.0
General	167.0	195.9	197.2

Fuente: Interagua C. LTDA, 2015.

3.4 Coeficiente de retorno

Este coeficiente expresa la relación agua consumida dentro del domicilio, el cual retorna al sistema de alcantarillado luego de haber sido utilizado, en nuestro país se valor varía entre 0.70 y 0.9 para zonas urbanas. El valor recomendado es 0.8 según el capítulo 3, Sistema de eliminación de residuos líquidos. (INEN, 1990)

3.5 Coeficiente de punta

Se determina con fórmulas que relacionen la magnitud de la población. Utilizaremos la fórmula del coeficiente Harmon esta se calcula para poblaciones de 1000 a 100000 habitantes.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}} \quad (3.3)$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + (4619)^{0.5}} = 1.2$$

3.6 Caudal medio (Qm)

Depende del suministro de agua potable para la población del sector de estudio.

$$Q_m = \frac{CPD}{86400} \quad (3.4)$$

$$Q_m = \frac{0.8 * 4917 * 200}{86400} = 9.11 \text{ l/s}$$

Dónde:

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

C = Coeficiente de retorno.

P = Población servida (hab)

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

3.7 Caudal máximo instantáneo (Q máx.)

Corresponde al caudal máximo del día máximo. Se determina a partir de un factor de mayoración del caudal medio diario, el cual se selecciona de acuerdo con características de cada población

$$Q_{m\acute{a}x} = M \times Q_m \quad (3.5)$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 1.2 \times 9.11$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 10.87 \text{ l/s}$$

3.8 Caudal de infiltración

Toma en cuenta el caudal de agua que se infiltra desde el nivel freático, en caso de encontrarse está a las profundidades de instalación de la tubería, hacia la tubería. Este caudal será el valor de la multiplicación entre el coeficiente de infiltración y el área tributaria.

Tabla 3.2 Tipo de infiltración según plan maestro de Interagua

Tipo de infiltración	Q_{in} (l/s/ha)
Alta	0.15 – 0.40
Media	0.10 – 0.30
Baja	0.05 – 0.20

Fuente: Manual de diseño de redes de alcantarillado, INTERAGUA, 2015.

Para los nuevos sistemas serán diseñados para una infiltración baja que no exceda de 0.15 l/s/ha.

$$Q_{infiltración} = Q_{in} \times \text{área} \quad (3.6)$$

$$Q_{infiltración} = 0.15 \text{ l/s/ha} \times 7.93 \text{ ha}$$

$$Q_{infiltración} = 1.19 \text{ l/s}$$

3.9 Caudal por conexiones ilícitas

En sistemas nuevos de alcantarillado sanitario no se debe admitir el ingreso de aguas lluvias a través de conexiones ilícitas, estos valores a modo de referencia pueden considerarse entre 0.1 y 3.0 l/s/Ha.

$$Q_{ci} = 3.0 \text{ l/s} \quad (3.7)$$

3.10 Caudal de diseño

Será el resultado de la suma del caudal domiciliario, caudal de infiltración y caudal que se genera producto de las conexiones ilícitas.

Por lo tanto, el caudal de diseño será:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{máx}} + Q_{\text{in}} + Q_{\text{ci}} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{diseño}} = 10.22 + 1.19 + 3.0$$

$$Q_{\text{diseño}} = 14.41 \text{ l/s}$$

3.11 Criterio No. 1 para el trazado de redes

3.11.1 Área de aporte

BASNOR tiene 17.75 hectáreas, del cual tiene un área de aportación de 7.93 hectáreas repartidas en los distintos sectores de educación naval, para hacer la delimitación se tomará en cuenta la tabla 3.3

3.11.2 Densidad Poblacional

Se conoce como densidad a la relación que existe entre la cantidad de habitantes en un sector y el área que estos ocupan, en el año 2018 existe una población de 4619 habitantes para un área de 7.93 hectáreas se obtendrá 582.422 hab/Ha.

Para el año 2038 se estima una población de 4917 habitantes por lo que se obtendría una densidad poblacional futura de 619.997 hab/Ha.

Tabla 3.3 Áreas de aporte y población existente.

DESCRIPCIÓN	ÁREA DE APORTE		POBLACIÓN
	(Metros)	(Hectáreas)	(Habitantes)
A1	2257,42	0,23	52
A2	7136,36	0,71	202
A3	7552,08	0,76	77
A4	4380,29	0,44	66
A5	5325,65	0,53	155
A6	8934,32	0,89	196
A7	5212,61	0,52	108
A8	5147,11	0,51	65
A9	7275,61	0,73	2200
A10	5605,02	0,56	512
A11	4946,01	0,49	122
A12	10185,16	1,02	310
A13	5349,12	0,53	225
A14	2942,9	0,29	19
A15	15925,39	1,59	310
TOTAL	98175,05	7,93	4619

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

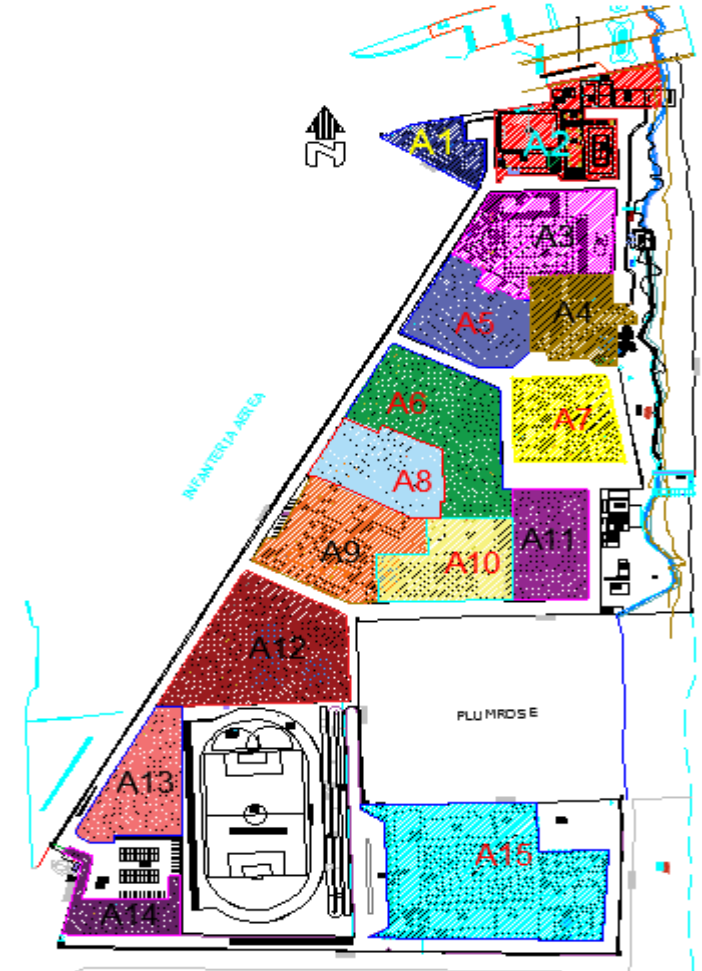


Figura 3.1 Distribución de áreas de aporte

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.4 Caudal de aportación actual en base a división por áreas.

CAUDAL DE APORTACIÓN DE AA.SS. ACTUAL POR ÁREA					
Descripción	Población (hab)	Dotación (m3/Hab/día)	Fr	Caudal domiciliario (m3/día)	Caudal (l/s)
A1	52	0,2	0,8	8,32	0,10
A2	202	0,2	0,8	32,32	0,37
A3	77	0,2	0,8	12,32	0,14
A4	66	0,2	0,8	10,56	0,12
A5	155	0,2	0,8	24,80	0,29
A6	196	0,2	0,8	31,36	0,36
A7	108	0,2	0,8	17,28	0,20
A8	65	0,2	0,8	10,40	0,12
A9	2000	0,2	0,8	320,00	3,70
A10	512	0,2	0,8	81,92	0,95
A11	122	0,2	0,8	19,52	0,23
A12	310	0,2	0,8	49,60	0,57
A13	225	0,2	0,8	36,00	0,42
A14	19	0,2	0,8	3,04	0,04
A15	510	0,2	0,8	81,60	0,94
TOTAL	4619			739,04	8,55

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.5 Caudal de aportación Futura en base a división por áreas.

CAUDAL DE APORTACIÓN DE AA.SS. FUTURA POR ÁREA					
Descripción	Población (hab)	Dotación (m3/Hab/día)	Fr	Caudal domiciliario (m3/día)	Caudal (l/s)
A1	72	0,2	0,8	11,50	0,13
A2	222	0,2	0,8	35,50	0,41
A3	97	0,2	0,8	15,50	0,18
A4	86	0,2	0,8	13,74	0,16
A5	175	0,2	0,8	27,98	0,32
A6	216	0,2	0,8	34,54	0,40
A7	128	0,2	0,8	20,46	0,24
A8	85	0,2	0,8	13,58	0,16
A9	2020	0,2	0,8	323,18	3,74
A10	532	0,2	0,8	85,10	0,98
A11	142	0,2	0,8	22,70	0,26
A12	330	0,2	0,8	52,78	0,61
A13	245	0,2	0,8	39,18	0,45
A14	39	0,2	0,8	6,22	0,07
A15	530	0,2	0,8	84,78	0,98
TOTAL	4917			786,75	9,11

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.6 Demanda de alcantarillado sanitario

Periodo	Año	Población Proyectada Total (Habitantes)	Dotación De Agua Potable (L/Hab/Día)	Caudal domiciliario (l/s)	Coefficiente De Mayoración (M)	Caudal Instantáneo Sanitario (l/s)	Caudal De Infiltración (L/S)	Caudal Conexiones Ilícitas (l/s)	Caudal Diseño Tratamiento (l/s)
0	2018	4619	200	8,55	1,19	10,22	1,19	3	14,41
1	2019	4634	200	8,58	1,19	10,25	1,19	3	14,44
2	2020	4649	200	8,61	1,19	10,28	1,19	3	14,47
3	2021	4664	200	8,64	1,19	10,31	1,19	3	14,50
4	2022	4679	200	8,66	1,19	10,34	1,19	3	14,53
5	2023	4694	200	8,69	1,19	10,37	1,19	3	14,56
6	2024	4708	200	8,72	1,19	10,40	1,19	3	14,59
7	2025	4723	200	8,75	1,19	10,43	1,19	3	14,62
8	2026	4738	200	8,77	1,19	10,46	1,19	3	14,65
9	2027	4753	200	8,80	1,19	10,49	1,19	3	14,68
10	2028	4768	200	8,83	1,19	10,52	1,19	3	14,71
11	2029	4783	200	8,86	1,19	10,55	1,19	3	14,74
12	2030	4798	200	8,89	1,19	10,58	1,19	3	14,77
13	2031	4813	200	8,91	1,19	10,61	1,19	3	14,80
14	2032	4828	200	8,94	1,19	10,64	1,19	3	14,83
15	2033	4843	200	8,97	1,19	10,67	1,19	3	14,86
16	2034	4858	200	9,00	1,19	10,70	1,19	3	14,89
17	2035	4872	200	9,02	1,19	10,73	1,19	3	14,92
18	2036	4887	200	9,05	1,19	10,77	1,19	3	14,95
19	2037	4902	200	9,08	1,19	10,80	1,19	3	14,99
20	2038	4917	200	9,11	1,19	10,83	1,19	3	15,02

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

3.12 Criterio No. 2 para el trazado de redes

3.12.1 Análisis de caudal por ramal de tuberías

Para poder determinar cuánto es el caudal de aportación de cada ramal existente se realizó un levantamiento topográfico y levantamiento de información de usuarios, en donde se enumeró cada línea de agua o ramal existente en el sector.

A continuación, se presentan tablas de estimación de los caudales de aguas residuales según el uso doméstico, institucional y servicio público. “El uso doméstico del agua se basa en evacuación de residuos, zonas verdes particulares, agua usada para limpieza, lavado de platos, lavadora, entre otros” (Normas del Reglamento Nacional, 2010).

El uso industrial como su nombre lo indica tiene que ver con el agua utilizado por las industrias, para los diferentes procesos que ofrece entidad. “Servicio público y mantenimiento de infraestructuras, el agua es destinada para el abastecimiento de edificios públicos, espacios verdes municipales, limpieza y mantenimiento de infraestructuras” (Martínez & Ferrer, 2007) Pérdidas en la red y fugas son las conexiones no autorizadas, las lecturas y calibraciones incorrectas de los contadores, estas fugas se producen en consecuencia del deterioro del sistema sanitario a través del paso del tiempo.

Tabla 3.7 Valores típicos de los usos públicos de agua

Uso	CAUDAL (l/hab/día)		
	Intervalo	Media	Porcentaje respecto al caudal medio
Doméstico	150 – 490	225	36.4
Industrial	40 – 380	265	42.4
Servicio público	20 – 75	40	6.0
Pérdidas y fugas	40 – 150	95	15.2

Fuente: Ingeniería de Aguas Residuales, (Metcalf & Eddy, 2003)

A continuación, se muestra una tabla resumen con los valores típicos de estimación del consumo de agua según el tipo de establecimiento. Además, se podrá observar el caudal de aportación específico de entrepuente, A.D.O. y A.D.T., valores obtenidos de un análisis realizado en la Base Naval De San Eduardo en años anteriores.

Tabla 3.8 Valores típicos según establecimientos

Usuario	CAUDAL (l/unidad/día)		
	Unidad	Intervalo	Valor típico
Oficina	Empleado	30 – 75	55
Lavabos públicos	Usuario	10 – 20	15
Bar	Cliente	5 – 15	10
Sala de actos	Asiento	5 – 15	10
Centro médico	Hasta 100 m2	1000	1000
	Hasta 200 m2	1600	1600
Colegio Diurno con cafetería, gimnasio y duchas.	Estudiante	55 – 110	95
Colegio sólo con cafetería	Estudiante	40 – 75	55
Colegio sin cafetería ni gimnasio.	Estudiante	20 – 50	40
Colegio, internado	Estudiante	190 – 380	280
Dormitorio, barracón	Persona	75 – 170	130
Piscinas y playas	Cliente	20 – 55	40
	Empleado	30 – 55	40
Centro de visitas	Visitante	15 – 30	20
Entrepunte	Persona	180 - 220	200
A.D.T.	Persona	180 - 220	200
A.D.O.	Persona	180 - 220	200

Fuente: Ingeniería de Aguas Residuales, (Metcalf & Eddy, 2003)

Análisis del caudal de aportación de cada ramal existente, en base a los valores típicos establecidos en la Tabla 3.8, cada tabla presenta el cálculo de caudal según la cantidad de usuarios proyectados para el año de estudio.

En los ramales A, B, C y D se presenta una dotación en base al uso del edificio, es necesario recordar que las cámaras de oficiales y almirantes tendrán un mayor valor de dotación debido a su habitual permanencia en las instalaciones.

Tabla 3.9 Caudal de aportación ramal “A”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
A	502	Edificio Administrativo	32	55	0,8	0,02
	TOTAL		32			0,02

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.10 Caudal de aportación ramal “B”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
B	322	Gate Principal	8	25	0,8	0,00
	324	Pañol ASDENA	75	30	0,8	0,02
	325	Sala de espera	190	40	0,8	0,07
	TOTAL		273			0,09

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.11 Caudal de aportación ramal “C”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
C	11	Edificio de dirección	12	55	0,8	0,01
	12	Edificio de Administración	21	55	0,8	0,01
	13	Aulas Aguena	38	60	0,8	0,02
	15	Edificio de cubículos	24	50	0,8	0,01
	16	Vestidores	38	55	0,8	0,02
	17	Biblioteca Aguena	8	20	0,8	0,00
	18	Cámara de oficiales	148	200	0,8	0,27
	20	A.D.O. Oficiales de Planta	30	200	0,8	0,06
	21	A.D.O. Almirantes	34	200	0,8	0,06
	TOTAL		353			0,46

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.12 Caudal de aportación ramal “D”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
D	313	Oficinas ASDENA	30	55	0,8	0,02
	338	Vestidores	170	40	0,8	0,06
	TOTAL		200			0,08

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

En el ramal “E” tenemos el área de la piscina, la cual es utilizada diariamente por estudiantes del Liceo Naval Primaria y pre-escolar (LICGUA) y personal de BASNOR. Para el ramal “F”, anteriormente algunas de las edificaciones eran utilizadas como aulas, pero actualmente se las utiliza para oficinas.

Tabla 3.13 Caudal de aportación ramal “E”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
E	308	Tribuna Piscina	27	55	0,8	0,01
	300	Comando BASNOR	20	55	0,8	0,01
	312	Vestidores	204	40	0,8	0,08
	TOTAL		251			0,10

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.14 Caudal de aportación ramal “F”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
F	1	Dirección General	28	55	0,8	0,01
	2	Subdirección de Educación	34	55	0,8	0,02
	103	Aulas (Actualmente oficinas)	34	55	0,8	0,02
	104	Aulas (Actualmente oficinas)	60	55	0,8	0,03
	105	Aulas (Actualmente oficinas)	59	55	0,8	0,03
	108	Laboratorio (Actualmente oficinas)	32	55	0,8	0,02
	124	Bar - Sala de estar	28	15	0,8	0,00
	113	Aulas	50	60	0,8	0,03
	502	Aulas ESMENA	50	60	0,8	0,03
	503	Simulador Full Misión	7	25	0,8	0,00
	TOTAL		382			0,19

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

A partir de las tablas 3.15 hasta la 3.17 se puede observar que existe un mayor caudal de aportación en el ramal “I” debido a que, dentro del mismo, encontramos el colegio LICGUA.

Tabla 3.15 Caudal de aportación ramal “G”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
G	110	Portalón y servicios varios	10	25	0,8	0,00
	116	Sin asignación	15	55	0,8	0,01
	120	Auditorio	10	15	0,8	0,00
	201	Edificio de uso múltiple	15	60	0,8	0,01
	202	Pañol librería	10	30	0,8	0,00
	301	Entrepuesto tripulantes	80	200	0,8	0,15
	302	Peluquería	5	30	0,8	0,00
	303	Cámara de cocina	30	25	0,8	0,01
	306	Subcentro médico	112	1600	0,8	1,66
	335	Camarotes	48	200	0,8	0,09
	TOTAL			335		

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.16 Caudal de aportación ramal “H”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
H	125	Sin asignación	31	55	0,8	0,02
	126	Entrepuesto mujeres	62	200	0,8	0,11
	327	Estación de radio	20	25	0,8	0,00
	TOTAL			113		

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.17 Caudal de aportación ramal “I”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
I	207	Aulas	1000	110	0,8	1,0185
	208	Aulas	1000	110	0,8	1,0185
	209	Cuerpo de Guardia	6	25	0,8	0,0014
	212	Coliseo Cubierto	10	25	0,8	0,0023
	TOTAL			2016		

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 3.18 Caudal de aportación ramal “J”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
J	118	Taller mecánico	5	25	0,8	0,00
	122	Entrepunte tripulantes	150	200	0,8	0,28
	205	Bar	45	25	0,8	0,01
	214	Gimnasio	80	40	0,8	0,03
	303	Cámara de cocina tripulantes	150	200	0,8	0,28
	TOTAL			430		

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

El caudal de aportación en el ramal “J” es de 0.60 l/s para los entrepuentes se utiliza una dotación de 200 l/s este valor fue considerado de un análisis realizado en la Base Naval de San Eduardo.

Tabla 3.19 Caudal de aportación ramal “K”

Ramal	Bloque	Descripción	Población Futura (Hab)	Dotación (l/hab/día)	Fr	Caudal (l/s)
K	402	Aulas	210	110	0,8	0,21
	404	Aulas	210	110	0,8	0,21
	406	Área administrativa	25	55	0,8	0,01
	408	Bar	50	25	0,8	0,01
	500	Edificio Administrativo	37	55	0,8	0,02
	TOTAL			532		

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

3.13 Diferencias del primer y segundo método

Tabla 3.20 Diferencia de caudales por métodos

Método	Q dom	Q inst	Q infil	Q ilic	Q total (l/s)
1°	9,11	10,84	1,19	3	15,03
2°	6,11	7,27	1,19	3	11,46

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Se decidirá escoger el caudal generado por el método 2°, por ser el más preciso por llevar diferentes tipos de dotaciones dependiendo la ocupación.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

4.1 Conexión de las AASS a la red pública (INTERAGUA)

La empresa Interagua es la encargada de recolectar las aguas servidas de toda la ciudad de Guayaquil para su debido tratamiento, como primera propuesta será que en el sector de estudio se diseñe la conexión de la red pública con la red actual de AASS. La red de AALL se descargará al Río Guayas. En la tabla 4.1 se mencionan valores anteriormente calculados para una mejor apreciación de la cantidad de caudal generado.

Tabla 4.1 Caudal de aguas servidas para la población futura

Población actual	4619	Hab.
Población Futura (20 años)	4917	Hab.
Densidad población actual	582,42	Hab./Ha.
Densidad población futura	620,00	Hab./Ha.
Dotación	variable	l/Hab./día
Área de aportación	7,93	Ha.
Coefficiente de retorno	0,8	
Q máx.	6,11	l/s
Q in	1,19	l/s
Q ci	3,00	l/s
Q generado	11,46	l/s

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

4.1.1 Diseño del sistema de alcantarillado pluvial

Para la red del sistema de AALL en la primera alternativa se mantendrá la existente para ahorrar costos en un nuevo diseño, además la red de AALL no presenta ningún problema de diseño, solo se debe dar mantenimiento y limpieza a todas las rejillas y al canal de salida.

Se deberá cerrar todas las conexiones mixtas, es decir aquellas cajas de registro en donde recojan aguas servidas y aguas lluvias en un mismo sistema, para que no presente malos olores en mareas altas. (Ver Anexo. Mapa 2)

4.1.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

Después de los respectivos trámites realizados para obtener información por parte de Interagua se nos facilitó un mapa con todas las cámaras de la red de AASS de la ciudad alrededor de BASNOR. (Ver Anexo D).

En base a la información proporcionada se elabora este diseño, cumpliendo con la normativa vigente del manual de redes de alcantarillado, además se persigue realizar las reparaciones en las zonas donde se encontraron inconvenientes.

Se puede observar que el caudal futuro generado es de aproximadamente 11,5 L/s en la tabla 4.1, es necesario recalcar que este cálculo es generado con dotaciones variables dependiendo el tipo de ocupación que tiene el edificio, lo cual se especifica en el capítulo 3 con las tablas de caudales por cada ramal.

Este caudal generado se pretende enviar mediante bombas de agua, dichas bombas serán sumergibles por motivo de ser AASS donde se presenta residuos sólidos.

4.1.2.1 Metodología

El método para enviar el agua residual a las cámaras de aguas servidas de Interagua es el siguiente:

Se hará conexiones entre los 3 pozos principales (Ver Anexo. Mapa 2) para poder mandar toda el agua servida a un solo pozo y desde allí, poder enviar por gravedad o bombeo a la cámara de aguas servidas de Interagua, la orden sería del pozo 3 al pozo 2 y del pozo 2 al pozo 1.

Lo que respecta a los ramales no conectados a los pozos principales, se recomienda proceder a cerrar la conexión a aguas lluvias y realizar un pozo filtrante, ya que la conexión a los pozos principales demandaría más gastos en la propuesta.

4.1.2.2 Información de los Pozos

A continuación, se presenta la información de cada pozo principal y se ilustra con una imagen su ubicación y cota referente a un BM obtenido por los autores.

Tabla 4.2 Información de pozos principales

Pozo 1			Pozo 2			Pozo 3		
Área aprox.	14,85	m ²	Área aprox.	29,71	m ²	Área aprox.	54,3	m ²
Altura aprox.	1,9	m	Altura aprox.	1,70	m	Altura aprox.	1,40	m
Capacidad	28,22	m ³	Capacidad	50,51	m ³	Capacidad	76,02	m ³
Q de ingreso	0,46	L/s	Q de ingreso	0,33	L/s	Q de ingreso	4,57	L/s

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

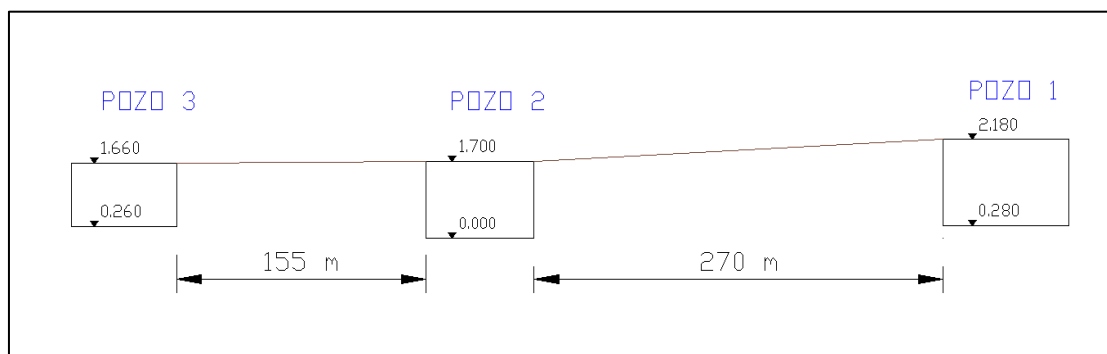


Figura 4.1 Vista lateral de los pozos principales

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

En base al análisis realizado se puede argumentar que, debido a la falta de pendiente, es difícil llevar las aguas por gravedad de un pozo a otro, por eso se recomienda usar bombas de agua, las mismas que ayudarían en el diseño.

4.1.2.3 Diseño de tramos

Para las cámaras de revisión se recomienda hacer cuadradas de 90 x 90 cm, con la profundidad adecuada según sea la pendiente que se encuentre.

Para hallar la pendiente óptima se usará la ecuación de Manning a tubo lleno con la siguiente información tomada en 5.2.1.11 de la NORMA CO 10.7-601. (Saneamiento Ambiental & Sanitarias, 1992)

$$V = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (4.1)$$

Donde:

V: Velocidad

Rh: Radio Hidráulico

n: Coeficiente de rugosidad

S: Pendiente

Tabla 4.3 Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados

Material	Veloc. Min (m/s)	Veloc. Max (m/s)	Coef. De Rugosidad
Hormigón Simple	0.6	4	0.013
Asbesto cemento	0.6	4.5 - 5	0.011
PVC	0.6	4.5	0.011

Fuente: (Saneamiento Ambiental & Sanitarias, 1992)

Para el diseño de la red que conectará a los pozos, se escogerá tubos de PVC de 160mm de diámetro. Obteniendo las siguientes pendientes y cotas de diseño.

Tabla 4.4 Tabla de pendientes

Tramo	Velocidad Min (m/s)	Coeficiente de Rugosidad	Diámetro (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)	Pendiente (%)
Todos	0.6	0.011	0.16	0.0201	0.5027	0.3

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

La pendiente mínima según la norma de diseño de la empresa Interagua es de 0.3% para tuberías de PVC, nuestro diseño cumple con la pendiente mínima. (Interagua C. LTDA, Manual de diseño de redes de alcantarillado, 2015)

A continuación, se especifica las cotas de diseño de cada tramo.

Tabla 4.5 Cotas de diseño

Tramo	Long (m)	Cota de Inicio	Pendiente	Delta h (m)	Cota final
1 a 2	75	1.750	0.3%	0.225	1.525
2 a P2	75	1.525	0.3%	0.225	1.300
3 a 4	70	2.100	0.3%	0.210	1.890
4 a 5	70	1.890	0.3%	0.210	1.680
5 a 6	70	1.680	0.3%	0.210	1.470
6 a P1	55	1.470	0.3%	0.165	1.305

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Con estas cotas se garantiza la óptima circulación de las aguas servidas hasta los respectivos pozos, si alguna cota se encuentra por encima del terreno natural, se recomienda rellenar.

4.1.2.4 Elección de bomba de agua.

Por tratarse de aguas servidas se elegirán bombas sumergibles tipo campana. Se necesitarán 3 bombas de aguas, con las siguientes características, se propone una potencia de 3HP con un caudal máximo de 238GPM o aproximadamente 18L/s, cumpliendo la velocidad mínima de 0.6 m/s en las tuberías y el caudal generado por toda la Base es de 11.5L/s lo cual hace la bomba recomendable, además se recomienda esta bomba para no exigir tantos a los pozos ya que reciben caudales de los respectivos ramales conectados a ellos. Se recomienda colocar un auto encendido para cuando el agua de un pozo llegue a una cierta altura la bomba se encienda y así garantizar que no colapsen y el automanejo del sistema de bombeo.

4.2 Nueva planta de tratamiento general

La topografía del terreno es casi plana, en base al levantamiento topográfico realizado, se estableció como alternativa unir pozos de revisión existentes y estos finalmente terminar en la nueva planta de tratamiento. La plata diseñada será ubicada en el lugar de la planta de tratamiento (Pozo 3 actualmente fuera de funcionamiento), se designó esta zona debido al espacio disponible para el nuevo diseño, se necesitará bombas con una potencia de 3 hp, estas bombas ayudarán al transporte de aguas servidas.

4.2.1 Diseño de los tramos.

Al contrario de la primera alternativa, la conexión de los 3 pozos principales se realizará en dirección contraria para tener mayor área para la planta de tratamiento.

Tabla 4.6 Cotas de diseño

Tramo	Long	Cota Inicio	Pendiente	Delta h(m)	Cota final
1 a 2	55	2.400	0.3%	0.165	2.235
2 a 3	70	2.235	0.3%	0.210	2.025
3 a 4	70	2.025	0.3%	0.210	1.815
4 a P2	70	1.815	0.3%	0.210	1.605
5 a 6	70	2.000	0.3%	0.210	1.790
6 a P3	70	1.790	0.3%	0.210	1.580

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

4.2.2 Tratamiento preliminar

Tabla 4.7 Proceso para el tratamiento de AASS

CRIBADO		
Remoción de sólidos gruesos		
Rejillas		
DESARENADO		
SST: 0 – 10%		
Desarenador		
TRATAMIENTO PRIMARIO		
DBO: 30 – 40%	DQO: 30 – 40%	SST: 0 – 10%
Sedimentador Convencional	Tanque Imhoff	
TRATAMIENTO SECUNDARIO		
DBO: 50 – 95%	DQO: 60 – 95%	SST: 0 – 10%
Lodos activados	RAFA	FAFA
MANEJO DE LODOS		
Lechos de secado		

Fuente: Tratamiento de aguas residuales. (Rojas, 2004)

Para el tratamiento preliminar es necesario conocer de manera general cual es el proceso que existe para el tratamiento de las aguas residuales. Se

diseñará desde cero una planta de tratamiento, para el caudal de aportación existente en BASNOR.

4.2.2.1 Dimensionamiento de rejilla

Para el cálculo del área de la rejilla es necesario recordar que el caudal de diseño es de 0.01146 m³/s además se considera un sistema de limpieza manual, en base a los parámetros establecidos de velocidad de aproximación se utiliza un valor de 0.6 m/s

Tabla 4.8 Parámetros para el diseño de rejillas

Parámetro	Unidad	Limpieza Manual
Ancho	in.	0.2 – 0.6
Profundidad	in.	1.0 – 1.5
Espaciamiento entre barras	in.	1.0 – 2.0
Inclinación con la vertical	Grados	30 – 45
Velocidad de aproximación	ft/s	1.0 – 2.0
Pérdidas admisibles	ln.	6.0

Fuente: Tratamiento de aguas residuales (G. Tchobanoglous & R. Crites, 2000)

$$\text{Área de la rejilla} = \frac{Q}{v} \quad (4.2)$$

$$\text{Área de la rejilla} = \frac{0.01146 \text{ m}^3/\text{s}}{0.6 \text{ m/s}}$$

$$\text{Área de la rejilla} = 0.0191 \text{ m}^2 = 191 \text{ cm}^2$$

Se asume un ancho de canal de 25 cm como parte del cálculo de la altura del canal.

$$\text{Altura de canal} = \frac{\text{Área de la rejilla}}{\text{Ancho de canal}} \quad (4.3)$$

$$\text{Altura de canal} = \frac{191 \text{ cm}^2}{25 \text{ cm}}$$

$$\text{Altura de canal} = 7.64 \text{ cm}$$

$$\text{Altura total} = \text{Altura de canal} + \text{altura de seguridad} \quad (4.4)$$

$$\text{Altura total} = 7.64 + 25 = 32.64 \text{ cm}$$

$$\text{Altura total} = 33 \text{ cm}$$

Utilizando trigonometría se puede obtener la longitud de barras, se considera una inclinación de las barras a un ángulo de 45. Por lo tanto:

$$\text{Longitud de barra} = \frac{\text{altura total}}{\text{seno}(45^{\circ})} \quad (4.5)$$

$$\text{Longitud de barra} = \frac{33}{\text{seno}(45^{\circ})}$$

$$\text{Longitud de barra} = 46.6 \text{ cm} \approx 47 \text{ cm}$$

4.2.2.2 Cálculo de número de barras

Es necesario asumir un ancho de barras de 1 cm. Con un espaciamiento máximo de 2 cm. Para la ecuación 4.6 se establece que “s” significa ancho de barras mientras que “e” corresponde al espaciamiento máximo.

$$bg = \left(\frac{\text{ancho de canal} - e}{s + e} + 1 \right) * e \quad (4.6)$$

$$bg = \left(\frac{25 \text{ cm} - 2 \text{ cm}}{1 \text{ cm} + 2 \text{ cm}} + 1 \right) * 2 \text{ cm}$$

$$bg = 17.33 \text{ cm}$$

$$n = \frac{bg}{e} - 1 \quad (4.7)$$

$$n = \frac{17.33}{1} - 1$$

$$n = 7.66 \text{ barras} \approx 8 \text{ barras}$$

4.2.2.3 Pérdida de carga entre cargas

$$hf = \beta \left(\frac{s}{e} \right)^{\frac{4}{3}} * \frac{v^2}{2g} * \text{seno}(45^{\circ}) \quad (4.8)$$

$$hf = 1.79 \left(\frac{1 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} \right)^{\frac{4}{3}} * \frac{(0.6 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} * \text{seno}(45^{\circ})$$

$$hf = 0.0092 \text{ m}$$

En la tabla 4.9 se observa las características de la rejilla en base a los cálculos realizados anteriormente.

Tabla 4.9 Resumen de valores para el diseño de la rejilla

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
Área de la rejilla	191 cm ²
Longitud de barras	47 cm
Altura del canal	33 cm
Ancho del canal	25 cm
Número de barras	8
Ancho de barras	1 cm
Separación de las barras	2 cm

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

4.2.3 Sistema de bombeo

El sistema de bombeo tiene como objeto elevar la presión del fluido térmico para vencer la resistencia que opondrá el circuito a su circulación, es decir trasladar el agua desde un punto bajo a un punto elevado.

Para este sistema se necesitará instalar dos tipos de cámara, una cámara húmeda en donde se descargará el caudal del sistema de aguas servidas ya calculado anteriormente y otra cámara seca, esta cámara servirá para colocar el equipo de bombeo.

4.2.3.1 Volumen mínimo del cárcamo de bombeo

El volumen mínimo del cárcamo de bombeo se determinará en base al mínimo ciclo (t) permisible por el fabricante de los equipos, entre arranques consecutivos de los motores.

La tabla 4.10 muestra valores referenciales según la potencia del motor y el lapso entre arranque. Se asume un tiempo de retención de 10 minutos puesto que se considera que no se requerirá bombas que excedan los 20Hp(15Kw).

$$V_{cárcamo} = \frac{Q_{diseño} t}{4} \quad (4.9)$$

$$V_{cárcamo} = \frac{0.01146 \text{ m}^3/\text{s} \times 10 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}}{4}$$

$$V_{cárcamo} = 1.72 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, se define una profundidad de 1.72 metros, con un ancho y largo de 1 metro.

Tabla 4.10 Potencia de motores

Potencia Motores KW	Lapso entre arranques (min)
< 15	10 a 15
15 a 75	15 a 20
75 a 200	20 a 30
> 200	Dependerá del fabricante

Fuente: INEN 1992

4.2.3.2 Línea de impulsión

La línea de impulsión según la norma INEN adopta una velocidad de 1.5 m/s, esta línea transportará el caudal de aguas servidas proveniente de la estación de bombeo hasta el sistema de sedimentación. Para el diseño de la tubería de impulsión se tiene 160mm con un diámetro interior de 150mm, el área de la tubería de impulsión: 0.01767 m², un caudal de diseño de 0.01146 m³/s.

Cota de invert: 3.942 metros, longitud de línea de impulsión(L) será de 397.5 m

$$v = \frac{Q_{diseño}}{A_{160mm}} \quad (4.10)$$

Donde:

v: Velocidad de circulación en la tubería de 160mm

A_{160mm}: Área de tubería de 160mm

$$v = \frac{0.01146 \text{ m}^3/\text{s}}{0.01767 \text{ m}^2}$$

$$v = 0.65 \text{ m/s}$$

Como la velocidad calculada es menor a la recomendada de 1.5 m/s se debe calcular el caudal de bombeo con la velocidad recomendada.

$$Q_b = A_{160mm} * v_r \quad (4.11)$$

Donde:

Q_b : Caudal de bombeo

v_r : Velocidad recomendada para la tubería de impulsión

$$Q_b = 0.01767m^2 * 1.5 \frac{m}{s}$$

$$Q_b = 0.0265 \frac{m^3}{s}$$

$$Cota\ de\ bombeo = cota_{invert} - prof_{pozo} - 0.5m \quad (4.11)$$

$$Cota\ de\ bombeo = 3.942 - 1.72 - 0.5m$$

$$Cota\ de\ bombeo = 1.722\ m$$

$$h_e = cota_{invert} - cota_{bombeo} \quad (4.12)$$

$$h_e = 3.942m - 1.722m$$

$$h_e = 2.22\ m$$

Mediante la ecuación de Hazen-Williams obtendremos las pérdidas por fricción.

$$h_f = 10.674 * \frac{L(m)}{D_{int}^{4.871}(m)} * \frac{Q_b^{1.852}(m^3/s)}{C^{1.852}} \quad (4.13)$$

Donde:

h_f : Pérdidas por fricción

h_m : Pérdidas menores (15% h_f)

L : Longitud de línea de impulsión

D_{int} : Diámetro interior de tubería

C : Coeficiente de fricción (PVC=150)

THD: Altura dinámica total

$$h_f = 10.674 * \frac{397.5m}{0.150^{4.871}m} * \frac{0.0265^{1.852}m^3/s}{150^{1.852}}$$

$$h_f = 4.91\ m$$

$$h_m = 15\% \times h_f \quad (4.14)$$

$$h_m = 0.74m$$

$$TDH = h_e + h_f + h_m \quad (4.15)$$

$$TDH = 2.22m + 4.91m + 0.74m = 7.87 m$$

4.2.3.3 Potencia de bomba de impulsión

$$P = \frac{Q_b * TDH}{75 * \eta} \quad (4.16)$$

Donde:

P: Potencia de la bomba

η : Eficiencia de la bomba (70%)

$$P = \frac{0.01767 \frac{m^3}{s} * 7.87m}{75 * 0.70}$$

$$P = 2.65 Hp$$

Se debe recordar multiplicar por un factor de seguridad en este caso, se escogerá un valor de 1.2

$$P = 2.65 Hp * 1.2$$

$$P = 3.18 Hp$$

Según la norma INEN adoptaremos dos bombas con una potencia de 3Hp, la segunda bomba estará de manera provisional para servicio de mantenimiento y fallas mecánicas que se presenten a través con el tiempo.

4.2.3.4 Golpe de ariete

El impacto de la masa líquida ante una válvula no es igual si el cierre es instantáneo o gradual. En el cierre instantáneo el aumento de presión viene producido por la fuerza que cada una de las rebanadas de masa líquida van ejerciendo en las contiguas al cesar su velocidad. (Hervás, 2016)

Para el cierre gradual se invierte un tiempo (no instantáneo) hasta que la válvula se cierra completamente. (Abreu, 1995)

Para encontrar la celeridad utilizaremos la ecuación 4.17

$$\alpha = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{Dint}{e}}} \quad (4.17)$$

$$k = \frac{10^{10}}{E} \quad (4.18)$$

Donde:

ΔH : Altura de presión debido al golpe de ariete

α : Celeridad de la onda

g : Gravedad

k : módulo de masa del agua

e : Espesor de la pared de la tubería (6.8mm)

E : Módulo de elasticidad

A continuación, se muestran valores del módulo de elasticidad según el material a utilizar.

Tabla 4.11 Valores de Módulo de elasticidad

Material	E (Kg/cm2)	β
Acero	2100000	0.50
Aluminio	700000	1.43
Fundición dúctil	1700000	0.50
Fundición laminar	1000000	1.00
Hormigón	200000	5.00
Plomo	200000	10.00
Poliétileno alta densidad (HDPE)	9000	111.11
Poliétileno baja densidad (LDPE)	2000	500.00
PVC	30000	33.33

Fuente: Golpe de Ariete (Abreu, 1995)

Por lo tanto, como trabajamos con PVC tenemos:

$$k = \frac{10^{10}}{300 \times 10^6 \text{ Kg/m}^2} = 33.33 \text{ m}^2/\text{Kg}$$

$$\alpha = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33 * \frac{0.150}{0.0068}}} = 353.68 \text{ m/s}$$

Cálculo para el tiempo de cierre de válvulas

$$T = \frac{2L}{\alpha} \quad (4.19)$$

$$T = \frac{2 * 397.5 \text{ m}}{353.68 \text{ m/s}} = 2.21 \text{ s}$$

Para el cálculo se utilizará la fórmula de Allievi:

$$\Delta H = \frac{\alpha v}{g} \quad (4.20)$$

Donde:

ΔH : Altura de presión debido al golpe de ariete

α : Celeridad de la onda

g : Gravedad

$$\Delta H = \frac{353.68 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.65 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 23.43 \text{ m}$$

Para el incremento del golpe de ariete se sumará o restará a la presión estática. La longitud crítica será calculada por la siguiente expresión

$$L_{\text{crítica}} = \frac{\alpha T}{2} \quad (4.21)$$

$$L_{\text{crítica}} = \frac{353.68 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 2.21 \text{ s}}{2} = 390.82 \text{ m}$$

En este caso $L_{\text{crítica}}$ es menor que L_{real} , se conoce como conducción larga y se puede solucionar por la fórmula de Allievi. (Kundzewicz, 2014)

$$\text{Presión en la tubería} = \Delta H + h_e \quad (4.22)$$

$$\text{Presión en la tubería} = 23.43 \text{ m} + 2.22 \text{ m} = 25.65 \text{ m}$$

Aproximadamente es una presión de al menos 0.2565 MPa y según el material seleccionado para el diseño, en este caso $PVC_{160 \text{ mm}}$ que

soporta una presión nominal de 0.80 MPa. Conocido el incremento y sumado o restado a la presión estática, se puede calcular el timbraje de los diferentes tramos de tubería.

4.2.4 Tratamiento mediante sedimentador primario

Los tratamientos primarios eliminar los sólidos en suspensión presentes en el agua residual, el proceso físico-químico utilizado será de sedimentación. Según la norma INEN es necesario tener presente las siguientes consideraciones:

- Suprimiendo el borde libre y la altura para acumulación de lodos se debe considerar una profundidad entre 1.5m y 2.5m, en un periodo de retención de 6 horas óptimas.
- Se recomienda utilizar vertederos dentados, lisos u orificios sumergidos en la salida. La longitud del vertedero se debe establecer con respecto a la base, donde el caudal no supere los 140 m³/d a 220 m³/d por metro de vertedero. Para orificios, su área será el 40% del área transversal del sedimentador, donde la velocidad radique en 0.1 m/s a 0.2 m/s.
- Se aumentará la profundidad del sedimentador para la retención de sedimentos, proporcionando pendientes máximas entre 8% a 12% con respecto al piso hacia un dispositivo central, el cual llevará el lodo hacia el exterior.
- Para la extracción de lodos, el diámetro de la tubería tendrá relación con el volumen del sedimentador, en donde el vaciado debe realizarse en un tiempo no mayor de 4 horas.

4.2.4.1 Dimensionamiento del sedimentador

Para el cálculo del área del sedimentador es necesario conocer el área, esto se determina con la relación de caudal y la carga superficie (CS). El valor de carga de superficie según la norma INEN varía entre 2 y 20 m³/m²/día.

Se escogerá el valor de $CS=20 \frac{m^3}{m^2 \text{ día}}=0.000231481 \frac{m^3}{m^2 s}$

$$\text{Área del sedimentador} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{CS} \quad (4.23)$$

$$\text{Área del sedimentador} = \frac{0.01146 \text{ m}^3/\text{s}}{0.000231481 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{s}}$$

$$\text{Área del sedimentador} = 49.5 \text{ m}^2$$

Para la relación largo ancho del sedimentador de 3 a 1.

Ancho: L1

Largo: L2

L2: 3 L1

$$\text{Área del sedimentador} = L1 * L2$$

$$L1 * 3L1 = 50 \text{ m}^2$$

$$L1 = \sqrt{\frac{50 \text{ m}^2}{3}} = 4.1 \text{ m}$$

Se adoptará un valor de L1= 4m entonces L2= 12m

La carga superficial se determina con las dimensiones del sedimentador.

$$\text{Área del sedimentador} = 4\text{m} * 12\text{m} = 48\text{m}^2$$

Para la profundidad se adoptará un valor de 2.5m a este valor se sumará como borde libre un valor de 0.5m. Siendo finalmente la profundidad un valor de 3.0m

El volumen del sedimentador:

$$\text{Volumen} = L1 * L2 * \text{profundidad} \quad (4.24)$$

$$\text{Volumen} = 4\text{m} * 12\text{m} * 3\text{m}$$

$$\text{Volumen} = 144 \text{ m}^3$$

Se incluirá un volumen adicional por almacenamiento de lodos del 15% del volumen calculado.

$$\text{Volumen}_{\text{Total}} = 144 \text{ m}^3 * 1.65 = 237.6 \text{ m}^3$$

$$CS = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\text{área del sedimentador}} \quad (4.25)$$

$$CS = \frac{0.01146 \text{ m}^3/\text{s}}{50 \text{ m}^2} = 0.0002292 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2\text{s}}$$

$$CS = 19.80 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2\text{día}}$$

$$t_{\text{retención}} = \frac{\text{volumen}}{Q_{\text{diseño}}} \quad (4.26)$$

$$t_{\text{retención}} = \frac{144 \text{ m}^3}{0.01146 \text{ m}^3/\text{s}} = 12565.45 \text{ s} = 3.5 \text{ h}$$

Se utilizará la ecuación de Shields y Camps para hallar la velocidad de arrastre en un sedimentador, el mismo que debe mantenerse a niveles bajos para que las partículas no sean resuspendidas.

$$v_H = \sqrt{\frac{8k(\gamma-1)gD}{f}} \quad (4.27)$$

Donde:

k= Constante de cohesión = 0.05

γ = Gravedad específica = 1.25

g= gravedad = 9.81 m²/s

D= Diámetro de partículas =150 μ m

f= Factor de fricción de Darcy – Weisbach = 0.025

v_H = Velocidad de arrastre

v_x= Velocidad horizontal

$$v_H = \sqrt{\frac{8(0.05)(1.25 - 1) \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (150\mu\text{m})}{0.025}}$$

$$v_H = 0.0767 \text{ m/s}$$

$$v_x = \frac{Q_{\text{diseño}}}{Ax} \quad (4.28)$$

$$v_x = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\text{ancho} \times \text{profundidad}}$$

$$v_x = \frac{0.01146 \text{ m}^3/\text{s}}{4\text{m} \times 3\text{m}} = 0.000955 \text{ m/s}$$

El valor de la velocidad horizontal en el sedimentador tiene un valor considerablemente menor que la velocidad de arrastre por lo tanto esto significa que no existirá resuspensión.

Para la remoción de Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST) se utiliza un modelo matemático de familia de curvas, estas relacionan tiempo de retención y porcentaje de remoción para las diferentes concentraciones de DBO y SST.

$$R = \frac{t_{retención}}{a + b t_{retención}} \quad (4.29)$$

Los valores de a y b son constantes empíricas.

Tabla 4.12 Valores de las constantes empíricas

VARIABLE	a	b
DBO	0.018	0.02
SST	0.0075	0.014

Fuente: (G. Tchobanoglous & R. Crites, 2000)

$$t_{retención} = 3.5 h$$

$$R_{DBO} = \frac{3.5 h}{0.018 + 0.02(3.5h)} = 40 \%$$

$$R_{SST} = \frac{3.5 h}{0.0075 + 0.014(3.5h)} = 62 \%$$

Tabla 4.13 Resumen de valores para el diseño del sedimentador

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
Área del sedimentador	50.0 m ²
Largo	12 m
Ancho	4.0 m
Profundidad	3.0 m
Volumen	237.6 m ³
CS	19.80 $\frac{m^3}{m^2 \text{ día}}$
Tiempo de retención	3.5 h
Velocidad de arrastre de partículas	0.0767 m/s

Velocidad horizontal en el reactor	0.000955 m/s
Remoción de DBO	40%
Remoción de SST	62%

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

4.2.5 Tratamiento secundario

Filtro de zeolita, la zeolita es un mineral volcánico natural tiene la capacidad de purificar las aguas residuales, aguas municipales y aguas lluvias. Aumenta la actividad biológica del proceso de limpieza, mejorando las características de sedimentación de lodos y la calidad de las aguas residuales tratadas. (Arenas, Jimenez, & Prado, 2011)

Para determinar la velocidad de filtración utilizar la siguiente ecuación:

$$V_f = \frac{Q}{N * A_s} \quad (4.30)$$

$$V_f = \frac{0.01146 \text{ m}^3/\text{s} * 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}}{1 \text{ filtro} * 50 \text{m}^2}$$

$$V_f = 0.83 \text{ m/h}$$

Coefficiente de mínimo costo

$$k = \frac{2 * N}{N + 1} \quad (4.31)$$

$$k = \frac{2 * 1}{1 + 1} = 1$$

Longitud del filtro:

$$L = (A_s * k)^{\frac{1}{2}} \quad (4.32)$$

$$L = (50 \text{ m}^2 * 1)^{\frac{1}{2}}$$

$$L = 7.10 \text{m}$$

Ancho del filtro:

$$b = \left(\frac{A_s}{k}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4.33)$$

$$b = \left(\frac{50}{1}\right)^{\frac{1}{2}} = 7.10 \text{m}$$

Velocidad de filtración real:

$$V_{fr} = \frac{Q}{(2 * L * b)} \quad (4.34)$$

$$V_{fr} = \frac{0.01146 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}}{(2 \times 7.10 \text{ m} \times 7.10 \text{ m})}$$

$$V_{fr} = 0.41 \text{ m/h}$$

Vertedero de entrada:

$$h_a = \left(\frac{Q}{1.84 * b} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (4.35)$$

$$h_a = \left(\frac{0.01146 \text{ m}^3/\text{s}}{1.84 * 7.10} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$h_a = 0.009 \text{ m} \approx 0.01 \text{ m}$$

Tabla 4.14 Resumen de diseño del filtro

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
Área superficial máxima	49.7 m ²
Largo	7.05 m
Ancho	7.05 m
Profundidad	3.5 m
Velocidad de filtración real	0.41 m/h
Número de unidades	1
Altura del vertedero	0.01 m

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

4.2.6 Lechado de secado

Es generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados, es ideal para comunidades pequeñas.

Cálculo de carga de sólidos que ingresa al sedimentador:

$$C = Q * SS * 0.0864 \quad (4.36)$$

Donde:

SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda, en mg/l

Q: Caudal promedio de aguas residuales

$$C = 11.46 \text{ L}^3/\text{s} * 75 \text{ mg}/\text{L} * 0.0864 \text{ Kg} * \text{s}/\text{mg} * \text{día}$$

$$C = 74.26 \text{ Kg}/\text{día}$$

Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd):

$$\text{Msd} = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C) \quad (4.37)$$

$$\text{Msd} = (0.5 * 0.7 * 0.5 * 74.26) + (0.5 * 0.3 * 74.26)$$

$$\text{Msd} = 24.13 \text{ kg}/\text{día}$$

Volumen diario de lodos digeridos (Vld):

$$Vl_d = \frac{\text{Msd}}{\rho_{\text{lodo}} \left(\frac{\% \text{sólidos}}{100\%} \right)} \quad (4.38)$$

Donde:

ρ lodo: Densidad de los lodos, igual a 1.04 Kg/l

% sólidos: Es el porcentaje de solidos contenidos en el lodo, varía entre 8 a 12%.

$$Vl_d = \frac{24.13 \text{ kg}/\text{día}}{1.04 * \left(\frac{10\%}{100\%} \right)} = 232.02 \text{ L}/\text{día}$$

Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vle):

$$Vl_e = \frac{Vl_d * T_d}{1000} \quad (4.39)$$

Donde:

T_d: Tiempo de digestión (días)

$$Vl_e = \frac{232.02 \frac{\text{L}}{\text{día}} * 30 \text{ días}}{1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3}}$$

$$Vl_e = 6.96 \text{ m}^3$$

Área del lecho de secado (A_{ls}):

$$A_{ls} = \frac{Vl_e}{H_a} \quad (4.40)$$

Donde:

H_a: Profundidad de aplicación, valor entre 0.20 a 0.40 m

$$A_{ls} = \frac{6.96 \text{ m}^3}{0.3 \text{ m}} = 23.20 \text{ m}^2$$

El ancho de los lechos de secado generalmente va de 3 a 6m, pero para grandes instalaciones puede sobrepasar los 10m.

Longitud de lecho de secado:

$$L = \frac{A_{ls}}{b}$$

$$L = \frac{23.20}{4 \text{ m}}$$

$$L = 5.8 \text{ m}$$

Finalmente se puede concluir que los valores a utilizar son:

Tabla 4.15 Resumen de Lecho de secado

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
Carga de sólidos	74.26 Kg/día
Volumen de lodos a extraerse del tanque	7 m ³
Tiempo de digestión	30 días
Área del lecho de secado	23.20 m ²
Ancho	5 m
Longitud	6 m

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

4.3 Rehabilitación de los pozos principales.

Esta alternativa hace enfoque a la rehabilitación de los pozos principales existentes. Reemplazar los filtros de arena y/o grava de cada pozo, dar mantenimiento y arreglar las cámaras de inspección.

Uno de los principales problemas de esta alternativa es la falta de información del sistema de operación de los pozos, tras las respectivas inspecciones a los pozos se pudo observar que utilizan un sistema de asentamientos por cámaras, esto ayuda que el agua salga más clarificada y así evacuarla al Rio Guayas.

La información aproximada de cada pozo se presentó en la Tabla 4.2, a continuación, se bosqueja la vista en planta de los pozos.

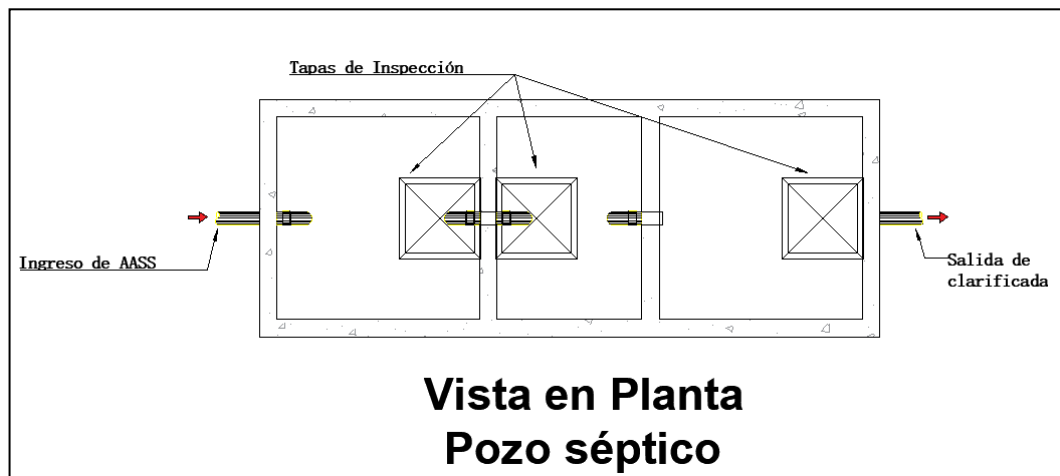


Figura 4.2 Vista en planta del Pozo Séptico.

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

En algunos de los pozos se observaba más de 3 cámaras de inspección, el bosquejo es una similitud de los pozos, pero no representa 100% el pozo verdadero.



Figura 4.3 Pozo séptico 3

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 4.4 Pozo séptico 2

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 4.5 Pozo séptico 1

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para dar solución a la problemática planteada inicialmente en este proyecto se determinaron tres alternativas las cuales son las siguientes.

Alternativa 1: Conexión de las AASS a la red pública (INTERAGUA).

Alternativa 2: Nueva planta de tratamiento general.

Alternativa 3: Rehabilitación de los pozos principales.

Las cuales se realizara sus análisis respectivos de cada una de las alternativas dando sus ventajas y limitaciones que tienen cada una de ellas.

5.1 Alternativa No 1: Conexión de las AASS a la red pública

5.1.1 Ventajas.

- Las tuberías de las líneas de agua que se proponen realizar son de PVC donde se garantizará menor volumen de excavación que las de hormigón, garantizando un ahorro monetario.
- No se debe destruir ninguna infraestructura, solo construir 6 cámaras de revisión.
- No será necesario mano de obra calificada para la operación de las bombas solo mantenimiento según lo establecido en el manual de las bombas a utilizar.
- La responsabilidad es dirigida a la empresa pública Interagua para el debido tratamiento de las aguas residuales.
- El alcantarillado pluvial no se modificará, seguirá mandando sus aguas al río Guayas.
- No requiere mantenimiento muy seguido.

5.1.2 Limitaciones.

- Por falta de tiempo no se pudo calcular la distancia exacta y cotas de la cámara de Interagua donde se pretende conectar.
- El costo aumenta por no poder dirigir el agua por gravedad y la necesidad de usar bombas de agua.

- Los ramales no conectados a los pozos principales se deberá realizar otra propuesta.

5.2 Alternativa No 2: Nueva planta de tratamiento de aguas servidas

5.2.1 Ventajas

- Es generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados, es ideal para comunidades pequeñas.
- El diseño de la rejilla está realizado para detener objetos como piedra, trapos, etc.
- El sedimentador tendrá un tiempo de sedimentación de 4.18 horas y la velocidad de arrastre de partículas será de 0.0767 m/s
- El fondo de la unidad tendrá una pendiente 10% para facilitar el deslizamiento del sedimento.
- La zeolita ofrece un efecto superior que, al utilizar la arena o filtros de carbón, deja el agua más pura debido a su capacidad de absorción y de intercambio catiónico, además pueden capturar partículas contaminantes de hasta 4 micras.
- Zeolitas más usadas para depuración de aguas residuales son erionita, natrolita, mordenita, chabazita y zeolitas sintéticas.
- Se puede utilizar zeolita casi indefinidamente alternando el uso y la regeneración con la solución de cloruro de sodio y el lavado. (Bernal, 2013)

5.2.2 Restricciones

- En la parte ambiental se deberá tener cuidado con los desechos sólidos que se generen, además de equipar al personal de trabajo.
- La bomba sumergible será B. C 3F EBARA H/F CMB/E 306 T 3HP 220/380, la cotización realizada en Inducom indicaba un valor de \$623.38 (Ver anexo G)

5.3 Alternativa No 3: Rehabilitación de los pozos principales.

5.3.1 Ventajas

- Reutilización de la infraestructura existente.
- No se construye ninguna nueva infraestructura.

5.3.2 Limitaciones

- Para la rehabilitación de los pozos se deberán detener los caudales de los ramales dificultando el desalojo de las aguas residuales en los pozos principales y contaminando el ambiente.
- Pagarse a tanqueros para el desalojo de todas las aguas servidas en los pozos principales y el desalojo de los lodos.
- Comprar vestimenta adecuada para los trabajadores o pagar a una empresa que lo realice.
- Compra de material nuevo para cámara de filtración de los 3 pozos principales.

5.4 Variables.

1. Presupuesto: Lleva relación con el costo de cada alternativa.
2. Impacto Ambiental: Se tendrá en cuenta cual de todas las alternativas tiene el menor impacto en el ambiente.
3. Tiempo de Construcción: Entre menor tiempo de construcción tendrá una mayor valoración.
4. Limitaciones: Aquella que presente menos desventajas con relación a las demás tendrá mayor valoración.
5. Diseño: El tipo de tuberías a usarse y la menor complejidad del diseño.
6. Mantenimiento: Cual de las alternativas presenta el mantenimiento posible, ahorrando tiempo y personal.

5.5 Matriz de decisión.

Valoración de parámetros.

Tabla 5.1 Valoración de las variables.

Parámetros	Valoración
Presupuesto	20%
Ambiental	15%
Tiempo	10%
Limitaciones	20%
Diseño	20%
Mantenimiento	15%

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Matriz de decisión.

Los valores fueron elegidos por los autores con una ponderación de 10/10

Tabla 5.2 Matriz de decisión.

Parámetros Alternativas	Presup.	Ambiental	Tiempo	Limitaciones	Diseño	Manten.	Total
Alternativa 1	1.8	1.3	1	1	1.7	1.5	8.3
Alternativa 2	1	0.9	0.5	1.2	1	0.7	5.2
Alternativa 3	1.2	1	0.6	0.5	1.1	0.7	5.1

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

5.6 Elección de alternativa.

Las alternativas 1 y 2 se han diseñado para que cumplan los parámetros establecidos en las normas vigentes nacionales y de la ciudad de Guayaquil sobre el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, mientras que la alternativa 3 no se pudo realizar su respectivo diseño por falta de información de los pozos principales.

Se decidirá inclinarse por la alternativa 1 donde se mandarían las aguas residuales a las cámaras de inspección de Interagua quitando la responsabilidad a la base naval norte, solo se deberá diseñar las cámaras de inspección para la unión de los 3 pozos principales con sus respectivos sistemas de bombeo.

En el aspecto económico se puede observar que la alternativa 1 es la más favorable y el cual se garantizará con el respectivo presupuesto que se realizará en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 6

6. ESTUDIO AMBIENTAL



Figura 6.1 Consulta de Actividades Ambientales

Fuente: Sistema Único de Información Ambiental, 2018.

El proyecto se encuentra en la ciudad de Guayaquil. El Municipio de Guayaquil es el encargado de realizar las regularizaciones ambientales, se realizó la consulta en la página del SUIA donde se nos indicaba que para este proyecto era necesario un registro ambiental. La regularización ambiental en el Municipio de Guayaquil, por medio de su página web en la sección de Trámites en Ambiente, se encuentran los requisitos para obtener un registro Ambiental.

6.1 Requisitos

Este permiso ambiental es otorgado por la Autoridad Ambiental Competente a los proyectos, obras o actividades catalogados de bajo impacto y riesgo ambiental, se debe realizar lo siguiente (GAD, 2018):

1. Registrar el proyecto en la Plataforma SUIA;
2. Seleccionar la actividad referencial conforme la actividad económica desarrollada y obtención del certificado de intersección;
3. Realizar el llenado del formulario conforme lo solicita el sistema;
4. Una vez finalizado el llenado del formulario y aceptación de la declaración (se recomienda asegurarse que la información alimentada sea la correcta);
5. Realizar el pago por concepto de emisión del Registro Ambiental.

6. Para efectos de la validación del pago en el sistema, remitir al correo electrónico gusbonen@guayaquil.gov.ec, copia del comprobante de pago;
7. En el lapso mínimo de 72 horas ingresar el código de referencia del comprobante de pago.
8. Ingresar al sistema con el usuario y descargar el Registro Ambiental.

Costo

USD 180.00 (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Tiempo estimado de obtención:

Sujeto a la validación del Pago – Obtenido en línea.

6.2 Registro Ambiental

6.2.1 Información del proyecto

6.2.1.1 Proyecto, obra o actividad

Estudio y diseño del sistema de alcantarillado y su conexión a la red pública de la Base Naval Norte.

6.2.1.2 Actividad Económica

Contribuir a la defensa de la soberanía y ejercicio de la autoridad de policía marítima, mediante el alistamiento operacional, logística operacional, la investigación y desarrollo tecnológico militar

6.2.1.3 Resumen del proyecto, obra o actividad

Este proyecto consiste en conectar el sistema de alcantarillado y mejorar la calidad del servicio, a través de la conexión de 3 pozos principales que finalmente desembocan a la red pública de Interagua.

6.2.2 Datos generales

Tabla 6.1 Sistema de Coordenadas

Este (X)	Norte (Y)	Altitud
624550.88	9761178.80	2.16
624863.27	9761710.34	2.16
624792.09	9761753.02	2.16
625008.02	9761816.43	2.16
625019.22	9761367.69	2.16
624774.41	9761360.66	2.16
624781.00	9761212.26	2.16
624967.84	9761216.48	2.16
624966.35	9761090.67	2.16
624556.49	9761096.91	2.16

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 6.2 Estado del proyecto

Estado del proyecto, obra o actividad (FASE):	- Construcción. - Operación y Mantenimiento.
Dirección del proyecto, obra o actividad:	Av. Pedro Menéndez Gilbert junto al puente de la Unidad Nacional.

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 6.3 Dirección

Provincia	Cantón	Parroquia
Guayas	Guayaquil	Tarqui
Tipo Zona: Urbana		

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 6.4 Datos del promotor

Nombre:	Capitán Andrés Pérez	
Domicilio del promotor:	Av. De la Marina – Vía Puerto Marítimo Base Naval Sur	
Correo electrónico del promotor:	aperez@armada.mil.ec	Celular: 0983461283

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 6.5 Características de la zona

Área del proyecto (ha): 17.75	Infraestructura (residencial, industrial, agropecuaria u otros): Otros
Área total del proyecto (ha): 17.75	Área de implantación: 17.75 Ha
Agua potable: Sí	Consumo de agua por mes (m3): ND
Energía eléctrica: Sí	Consumo de energía eléctrica por mes (Kv): ND
Acceso vehicular: Sí	Tipo de vía de acceso: Vías Urbanas
Alcantarillado: Sí	
SITUACIÓN DEL PREDIO	
Situación del predio:	Otros: Militar

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

6.2.3 Marco Legal Referencial

Tabla 6.6 Marco legal

Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2018)
Capítulo Segundo: Derechos del buen vivir Sección Segunda (Ambiente Sano) Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.
Capítulo Sexto: Derechos de libertad Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.
Título VI Régimen de Desarrollo Capítulo Primero: Principios Generales Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.
Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario (Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario, 2014)
Capítulo VI De la Importación de Maquinaria Agrícola

Art. ...- Los centros agrícolas, cámaras de agricultura y organizaciones campesinas sujetas de crédito del Banco Nacional de Fomento y las empresas importadoras de maquinaria, equipos, herramientas e implementos de uso agropecuario, nuevos de fábrica, podrán también importar dichos bienes reconstruidos o repotenciados, que no se fabriquen en el país, dotados de los elementos necesarios para prevenir la contaminación del medio ambiente, previa autorización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la obligación de mantener una adecuada provisión y existencia de repuestos para estos equipos, así como del suministro de servicios técnicos de mantenimiento y reparación durante todo el período de vida útil de estos bienes, reconociéndose como máximo para el efecto, el período de diez años desde la fecha de la importación.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería sancionará a las empresas importadoras de equipos reconstruidos o repotenciados, que no suministren inmediatamente los repuestos o servicios, con una multa de mil a cinco mil dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y, dichas empresas quedarán obligadas a indemnizar al comprador tanto por daño emergente como por lucro cesante, por todo el tiempo que la maquinaria o equipos estuvieren paralizados por falta de repuestos o servicios de reparación.

Acuerdo Ministerial 134

Mediante Acuerdo Ministerial 134 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 076, publicado en Registro Oficial Segundo Suplemento No. 766 de 14 de agosto de 2012, se expidió la Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3516 de Registro Oficial Edición Especial No. 2 de 31 de marzo de 2003; Acuerdo Ministerial No. 041, publicado en el Registro Oficial No. 401 de 18 de agosto de 2004; Acuerdo Ministerial No. 139, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 164 de 5 de abril de 2010, con el cual se agrega el Inventario de Recursos Forestales como un capítulo del Estudio de Impacto Ambiental.

Ley de Recursos Hídricos (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014)

Sección Cuarta

Servicios Públicos

Art. 37.- Servicios públicos básicos. Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental relacionados con el agua. La provisión de estos servicios presupone el otorgamiento de una autorización de uso.

La provisión de agua potable comprende los procesos de captación y tratamiento de agua cruda, almacenaje y transporte, conducción, impulsión, distribución, consumo, recaudación de costos, operación y mantenimiento.

La certificación de calidad del agua potable para consumo humano deberá ser emitida por la autoridad nacional de salud. El saneamiento ambiental en relación con el agua comprende las siguientes actividades:

1. Alcantarillado sanitario: recolección y conducción, tratamiento y disposición final de aguas residuales y derivados del proceso de depuración; y,

2. Alcantarillado pluvial: recolección, conducción y disposición final de aguas lluvia.

El alcantarillado pluvial y el sanitario constituyen sistemas independientes sin interconexión posible, los gobiernos autónomos descentralizados municipales exigirán la implementación de estos sistemas en la infraestructura urbanística

Título III Derechos: Garantías y Obligaciones

Capítulo I: Derecho Humano al agua

Art. 57.- Definición. El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura. Forma parte de este derecho el acceso al saneamiento ambiental que asegure la dignidad humana, la salud, evite la contaminación y garantice la calidad de las reservas de agua para consumo humano.

El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. Ninguna persona puede ser privada y excluida o despojada de este derecho. El ejercicio del derecho humano al agua será sustentable, de manera que pueda ser ejercido por las futuras generaciones.

La Autoridad Única del Agua definirá reservas de agua de calidad para el consumo humano de las presentes y futuras generaciones y será responsable de la ejecución de las políticas relacionadas con la efectividad del derecho humano al agua.

Reglamento Interministerial para el Saneamiento Ambiental Agrícola (Ministra del ambiente, 2015)

Capítulo IV

De la Producción, Proceso y Formulación

Art. 6.- Las compañías importadoras, exportadoras y formuladoras de agroquímicos, distribuidoras, almacenistas agrícolas, envasadores, re-ensavadores y las empresas de sanidad vegetal, están obligados a obtener el Registro ante La Autoridad Nacional Fitosanitaria, Zoonosanitaria e Inocuidad de los Alimentos; así como están obligadas a obtener la regularización ambiental de la obra, actividad o proyecto ante la Autoridad Ambiental competente.

Capítulo VII

Del Personal

Art. 58.- Las compañías importadoras, exportadoras, formuladoras, distribuidoras y almacenistas de agroquímicos están obligadas, a promover y divulgar por todos los medios disponibles y mediante cursos y/o seminarios, las normas sobre uso y manejo adecuado de agroquímicos y sus desechos. Además, implantarán programas integrales sobre protección del ambiente y a la salud de los trabajadores y población aledaña a los cultivos.

6.2.4 Descripción del Proceso

Tabla 6.7 Actividades del proceso

Fase	Actividad	Fecha desde	Fecha hasta	Descripción
Construcción	Rotura de capa de rodadura, asfalto, pavimento.	8/10/2018	10/09/2019	Operación de romper, levantar o remover elementos en los lugares donde tuviere necesidad de ello previamente a la excavación de zanjas para la instalación de tuberías y accesorios.
Construcción	Replanteo y nivelación	8/10/2018	10/02/2019	Ubicación, alineación y cotas indicadas en los planos y cumpliendo las especificaciones.
Construcción	Desbroce y remoción de cobertura vegetal	8/10/2018	13/09/2019	Remover y desalojar los matorrales, troncos, residuos sueltos o cualquier material existente en la zona de trabajo.
Construcción	Excavación y adecuación del terreno	8/10/2018	13/09/2019	Remoción del suelo mediante maquinaria o mano de obra para realizar las zanjas.
Construcción	Reposición de capa de rodadura, asfalto	8/10/2018	10/09/2019	Consiste en reponer la capa de las vías intervenidas con la finalidad de dejar las vías en las mismas condiciones que estaban antes.
Construcción	Colocación de tuberías	8/10/2018	13/09/2019	Se observará y realizará las mediciones del invert de cada tubería según los valores

				establecidos en el plano.
Construcción	Relleno de zanjas	8/10/2018	13/09/2019	Colocación del material en las zanjas hasta el nivel de la calzada.
Construcción	Construcción de cajas de registro	8/10/2018	13/09/2019	Las cajas estarán ubicadas cada 80m. en sitios específicos que hacen posible la conexión entre los 3 pozos de revisión existentes en la zona.
Construcción	Limpieza y remoción de escombros o restos de materiales de construcción.	8/10/2018	13/09/2019	Consiste en el transporte y la eliminación del material sobrante de la excavación del sitio.
Construcción	Acopio de materiales	8/10/2018	13/09/2019	Disposición del material en la obra de manera temporal.
Construcción	Reposición de la capa vegetal	8/10/2018	13/09/2019	Permite el desarrollo de la cobertura vegetal y la consolidación de la matriz del suelo mediante siembra de especies herbáceas en las zonas intervenidas.
Construcción	Entibado continuo	8/10/2018	13/09/2019	Estabilizar y sostener temporalmente las secciones excavadas.
Construcción	Instalación de bombas sumergibles.	8/10/2018	13/09/2019	Se debe colocar bombas sumergibles según lo especificado por el contratista.
Operación y Mantenimiento	Limpieza del área	8/10/2018	13/10/2019	Se utilizará equipo y herramientas manuales.

Operación y Mantenimiento	Mantenimiento de los pozos de inspección	8/10/2018	13/10/2019	Se utilizará equipo y herramientas manuales.
---------------------------	--	-----------	------------	--

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

6.2.5 Descripción del Área de Implantación

Tabla 6.8 Descripción del área

Clima:	Cálido – Húmedo (0 – 500msnm)
Tipo de suelo:	Arcilloso
Pendiente del suelo:	Llano (pendiente menor al 30%)
Demografía (Población más cercana):	Entre 10.001 y 100.000 habitantes
Abastecimiento de agua población:	Agua potable
Evacuación de aguas servidas población:	Planta de tratamiento
Electrificación:	Red pública
Vialidad y acceso a la población:	Vías principales Vías secundarias
Organización social:	Primer grado (comunal, barrial, urbanización)

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 6.9 Componente Fauna

Piso Zoogeográfico donde se encuentra el proyecto:	Tropical Noroccidental (0 – 800 msnm)
Grupos faunísticos que se encontraron en el área del proyecto:	Insectos Peces

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

6.2.6 Principales Impactos Ambientales

Tabla 6.10 Impactos Ambientales

Fase: Construcción – Actividad: Desbroce y remoción de cobertura vegetal	
Factor	Impacto
Suelo	Erosión del suelo.
Social	Molestias en el sistema auditivo de los usuarios de oficinas administrativas y aulas de ESMENA debido a operación de maquinaria.
Fase: Construcción – Actividad: Excavación y adecuación del terreno	
Factor	Impacto
Suelo	Erosión del suelo.

Ruido	Alteración en la concentración de los estudiantes de ESMENA, causado por el ruido y vibración de las máquinas.
Fase: Construcción – Actividad: Limpieza y remoción de escombros o restos de materiales de construcción	
Factor	Impacto
Aire	Alteración de la calidad de aire debido a las partículas de polvo y CO2 en el ambiente, debido al ingreso de maquinaria pesada.
Social	Afectación a las actividades de oficina y clases en el bloque de ESMENA, causado por el ruido y vibraciones de máquinas.
Fase: Construcción – Otras actividades: Rotura de capa de rodadura, asfalto, pavimento.	
Factor	Impacto
Suelo	Pérdida de cobertura vegetal en el sitio donde se colocará la conexión de tuberías.
Fauna	Alteración en el comportamiento de especies de fauna y aves.
Aire	Alteración a la calidad del aire debido a la emisión de CO2 ocurrido por la maquinaria.
Social	Afectación a las actividades de oficina y clases en el bloque de ESMENA, causado por el ruido y vibraciones de máquinas.
Fase: Construcción – Otras actividades: Construcción de cajas de registro	
Factor	Impacto
Aire	Alteración de la calidad de aire debido a las partículas de polvo y CO2 en el ambiente, debido al ingreso de maquinaria pesada.
Ruido	Afectación a las actividades de oficina y clases en el bloque de ESMENA, causado por el ruido y vibraciones de máquinas.
Fase: Operación y Mantenimiento – Otras actividades: Limpieza de pozos	
Factor	Impacto
Suelo	Aumento de desechos enviados al relleno sanitario (lodos).
Aire	Molestias de los olores provocado por los olores.

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

6.2.7 Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Tabla 6.11 Plan de manejo ambiental

Plan de cierre, abandono y entrega del área					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Una vez concluidas las actividades, el promotor mantendrá el uso del terreno para funciones similares según su uso de suelo.	Contratista	ND	ND	ND	En caso de ser necesario.
Planificar actividades para abandono y cierre, rehabilitación y gestionar adecuadamente los desechos generados.	Contratista	ND	ND	ND	En caso de ser necesario.
Elaborar un reporte de la situación antes de abandonar establecimiento, Identificar y evaluar los impactos ambientales	Contratista	ND	ND	ND	En caso de ser necesario.
Se cumplirán las disposiciones de la autoridad ambiental respecto a las acciones a tomar durante el abandono temporal para evitar impactos ambientales	Contratista	ND	ND	ND	En caso de ser necesario.

Plan de comunicación y capacitación					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Capacitar al personal que labore en la institución, sobre el plan de contingencias	Contratista	ND	ND	ND	Semestral
Brindar charlas sobre la clasificación de desechos y formas de aminorar los desechos generados.	Capacitador Ambiental.	ND	ND	ND	Semestral
Plan de contingencias					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Publicar en el frente de obra, carteles con números de teléfono de emergencias.	Contratista	ND	ND	ND	1 diario
Implementar señalización en el área de implantación.	Contratista	ND	ND	ND	1 diario
Realizar simulacros en caso de emergencias por desastres naturales.	Instructor calificado	ND	ND	ND	1 anual
Establecer un plan de contingencias en la obra.	Contratista	ND	ND	ND	Bi anual

Plan de manejo de desechos					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Clasificar y almacenar en contenedores adecuados sean metálicos o plásticos (con tapa y rotulación) los desechos sólidos generados.	Contratista	ND	ND	ND	1 diaria
Optimizar el uso de la madera para encofrado, mediante su reutilización.	Contratista	ND	ND	ND	1 mensual
Plan de monitoreo y seguimiento					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Monitorear el ruido colocando puntos de muestreo cerca de aulas de ESMENA.	Contratista	ND	ND	ND	1 mensual
Monitorear la calidad del aire a través de un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana(SAE).	Analista de laboratorio.	ND	ND	ND	1 mensual
Inspecciones en la obra y verificar el cumplimiento del PMA.	Contratista	ND	ND	ND	1 mensual

Plan de prevención y mitigación de impactos					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Contratar un hidrocleaner para remover lodos.	Contratista	ND	ND	ND	1 anual
Cubrir las volquetas que transportan los materiales pétreos con lonas para evitar el levantamiento de polvo y cubrir los materiales acumulados de igual manera para evitar que el material sea arrastrado por viento y agua.	Contratista	ND	ND	ND	1 diario
Los operadores de máquinas, equipos y herramientas deberán encargarse de mantener los motores en buen estado y asegurarse que tengan silenciadores en buen estado.	Contratista	ND	ND	ND	1 diario
Para disminuir el ruido producido por los vehículos que transportan el material de construcción, se deberá minimizar el tiempo de descarga	Contratista	ND	ND	ND	1 mensual

de materiales y velocidad de circulación.					
Dotación de equipos de protección personal de acuerdo con la norma vigente. Uso obligatorio de este equipo para todo el personal.	Contratista	ND	ND	ND	1 diario
Plan de rehabilitación					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
En caso de taponamiento o rotura de la tubería o accesorios, los lodos y desechos generados serán entregados a un gestor ambiental autorizado	Contratista	ND	ND	ND	1 anual
En caso de contaminación se notificará a la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable, las acciones tomadas para rehabilitar el área.	Contratista	ND	ND	ND	1 trimestral
Plan de relaciones comunitarias					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Proponer mingas de limpieza para incentivar el	Contratista	ND	ND	ND	1 mensual

cuidado del medio ambiente.					
Socialización del proyecto con la comunidad sobre el avance del proyecto.	Contratista	ND	ND	ND	1 mensual
Plan de seguridad y salud ocupacional					
Actividad	Responsable	Fecha desde	Fecha hasta	Presupuesto	Frecuencia
Delimitar el área a ser intervenida, colocando cintas de peligro, conos, carteles y/o rótulos (señales de restricción)	Contratista	ND	ND	ND	1 semanal
Afiliar a los trabajadores al IESS.	Contratista	ND	ND	ND	1 semanal
Utilizar señalética para promover uso de equipos de protección personal (EPP).	Contratista	ND	ND	ND	5 semanal
Dotar de equipos de protección personal (EPP) a los trabajadores de acuerdo con las actividades que desarrollen.	Contratista	ND	ND	ND	1 diario

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Observaciones:

El Plan de rehabilitación y el Plan de cierre, abandono y entrega del área se cumplirán en el caso de ser necesario.

CAPÍTULO 7

7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

7.1 Alcance de las Especificaciones.

Las siguientes especificaciones describen el trabajo que se deberá realizarse para la ejecución de las propuestas, entendiéndose que el Ingeniero Inspector (Residente de Obra), tiene la máxima autoridad para modificarlas y/o establecer otros métodos constructivos que en casos especiales que se presenten, también verificar la buena ejecución de la mano de obra, la calidad de los materiales, etc. Las siguientes Especificaciones son válidas en tanto no se opongan con los reglamentos y normas conocidas:

- Reglamento Nacional de la Construcción
- Normas ASTM
- Normas ACI, etc.

7.2 Limpieza del terreno

Descripción del rubro.

Esta tarea consistirá en limpiar el terreno necesario para llevar a cabo la obra estipulada de acuerdo con las especificaciones y las demás documentaciones establecidas.

Procedimiento de trabajo.

El desbroce y limpieza realizarán por medios manuales, mecánicos, y cualquier otro procedimiento que den resultados satisfactorios para el Inspector. Se efectuará la remoción dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de remoción, desbroce y limpieza de las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente acabadas, en forma satisfactoria al Inspector y de acuerdo con el croquis de trabajo aprobado.

Medición y forma de pago.

La cantidad por pagarse por la Remoción y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra.

7.3 Trazado y Replanteo.**Definición del rubro.**

Es el ajuste del proyecto u obra en el terreno, tomando como base las indicaciones de los planos y datos topográficos, como paso prior al inicio de la obra.

Procedimiento de trabajo.

Se debe tener de los planos del proyecto y su implantación general, la cual se replanteará en el sitio de la obra. Todas las actividades de replanteo deben realizarse con instrumentos topográficos de precisión, tales como, estación total, teodolitos, niveles, cintas, miras, etc., y bajo la dirección de personal técnico capacitado. Se colocarán señales perfectamente identificadas topográficamente y su número estará de acuerdo con la magnitud de la obra y/o criterio del Inspector.

Medición y forma de pago.

La medición para el pago de este rubro será en hectáreas.

7.4 Excavación de zanjas para tubería (incluye desalojo).**Definición del rubro.**

Esta tarea comprende la ejecución de las excavaciones obligatorias para la instalación de alcantarillas, comprende además el desalojo del material sobrante y que a criterio del inspector no se deban reutilizar en el relleno de la zanja posterior a la instalación de la alcantarilla.

Medición y forma de pago.

La medición de pago de este rubro será metro cúbico (m³). Las cantidades por pagarse por la excavación serán los volúmenes obtenidos en obra con la respectiva aprobación del inspector. El pago por el respectivo rubro incluirá el transporte esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación, o su

desecho, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos.

7.5 Excavación manual.

Definición del rubro.

Excavación realizada con herramientas menores como picos, palas, barretas etc.

Procedimiento de trabajo.

Se procede a realizar una excavación cuando no puede usarse maquinarias de excavación y desalojos. En suelos con una resistencia mínima se podrá excavar con métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos.

Medición y forma de pago.

Se cuantificará en metros cúbicos y se pagará correspondiente al precio unitario.

7.6 Relleno con arena.

Definición del rubro.

La colocación de la cama de arena antes a la instalación de la tubería será indicada por el inspector tomando en cuenta si el fondo de la excavación mantendrá estable a la tubería.

Procedimiento de trabajo.

Este trabajo consiste en la provisión y tendido de una capa de arena, con espesor determinado en los planos, que servirá de capa previa, alrededor y sobre las tuberías que se instalaran del sistema de alcantarillado.

Medición y forma de pago.

La medición para el pago de este rubro será metro cúbico (m³) de arena de sitio tamizada, la misma que indicará la entidad, administración, obra, contratista, inspector y otros puntos relacionados a la obra, ordenados y aceptados por la Fiscalización.

7.7 Relleno compactado con material de préstamo importado (Incluye transporte)

Definición del rubro.

Comprende el material granular que será transportado hasta la obra y será colocado en la zanja para mejorar el terreno.

Procedimiento de trabajo.

Este trabajo consistirá en el relleno con material de préstamo importado, una vez colocado será hidratado y compactado usando los equipos adecuados hasta alcanzar un grado de compactación mayor o igual a 95%.

Se deberá realizar ensayos de densidad de campo empleando para ello cualquier método apropiado, aprobado por el Inspector, con una frecuencia de uno por cada 300 materiales colocados y compactados. Adicionalmente, se efectuará un ensayo de compactación tipo Proctor, empleando la energía especificada en los documentos contractuales por cada 1.000 m³ de material colocado y compactado. Se colocarán capas que no excedan los 30 cm.

Medición y forma de pago.

Las cantidades por pagarse por el material importado serán los metros cúbicos, medidos en los sitios a rellenar, volumen que se obtendrá mediante el cálculo de áreas de las secciones transversales. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el material, transporte, tendido, hidratación, compactación, equipos, mano de obra y todas las operaciones que se requieran con el objeto de cumplir con la ejecución de los trabajos.

7.8 Relleno compactado con material de sitio.

Definición del rubro.

Comprende el relleno de la zanja excavada con material de sitio.

Procedimiento de trabajo.

El relleno de la zanja se realizará con material nativo de esta excavación o excavaciones aledañas que sean aptas para reutilizar con la respectiva aprobación del inspector.

El material para relleno de la zanja se colocará en capas horizontales de un espesor mínimo de 30 cm antes de ser compactadas y se debe obtener un porcentaje de compactación mayor igual 95%. El relleno de la zanja se debe realizarse después de la prueba de estanqueidad a la tubería instalada.

Medición y forma de pago.

Las cantidades por pagarse por estos rellenos serán los metros cúbicos medidos en la obra, el cual resultará de las áreas efectivamente rellenas por la longitud que corresponda y que se constatará en el sitio.

7.9 Cámara de inspección de AASS. F´C 280 KG/CM2.

Definición del rubro.

Se define como cámara de inspección a las estructuras diseñadas y destinada para controlar pendientes, cambios de direcciones y realizar la respectiva limpieza de la tubería.

Procedimiento de trabajo.

Los pozos de inspección serán construidos en los lugares señalados por el Inspector durante la fase de instalación de tuberías. La máxima distancia de instalación de tuberías será de 100m sin la posibilidad de construir una cámara de inspección. La cimentación de la cámara se realizará después de la colocación de la tubería y así se evitará la excavación bajo los extremos de las tuberías y que estos sufran fisuras. El replantillo de la cámara se construirá con hormigón simple de $f'c=140$ kg/cm² sobre una superficie previamente compactada para no presentar deformaciones. Con un espesor mínimo de 5 cm, la zapata y ancho de paredes tendrá un espesor de 10 cm con un $f'c=210$ kg/cm². Para el acceso a la cámara de inspección se dispondrán de tapas de hormigón con espesor de 5 cm. Se deberá señalar la cámara con las palabras AASS.

Medición y forma de pago.

La medición y forma de pago de la construcción de las cámaras de inspección se medirá en unidades, el número de pozos construido se determinará en obra y en consenso con el ingeniero inspector teniendo en cuenta los diferentes tipos y

profundidades de pozos. La construcción de la cámara incluye: replantillo, zapata, paredes, tapa de hierro fundido.

7.10 Suministro e instalación de tubería PVC=160MM.

Definición del rubro.

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de tuberías para la del alcantarillado sanitario.

Procedimiento de trabajo.

Luego de realizar la excavación de la zanja y colocado el relleno con cama de arena será colocado la tubería en el lugar fijado por el inspector y respetando las especificaciones técnicas. Los tubos de PVC deberán ser de sección circular y cumpliendo la NORMA NTE INEN 2059. Se recomienda que la zanja sea ancha para cumplir con las normas de seguridad correspondiente.

Medición y forma de pago.

Las cantidades por pagarse por tubería de PVC de doble pared estructurada serán los metros lineales medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

7.11 Sistema de bombeo.

Definición del rubro.

Sistema de bombeo necesario para trasportar las aguas residuales de pozo a pozo.

Procedimiento de trabajo.

Este trabajo corresponde al sistema de bombeo a implementarse para poder movilizar las aguas residuales almacenadas en los pozos principales.

Medición y forma de pago.

Las mediciones de pago para este rubro serán los precios por cada bomba a comprarse.

8. PRESUPUESTO DE OBRA

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

Tabla 8.1 Presupuesto Referencial

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
SISTEMA DE AA.SS.					
1	Limpieza del terreno.	m2	2.125,00	4,89	10.391,25
2	Trazado y replanteo.	m2	450,00	2,08	936,00
3	Excavación de zanja para tubería (Incluye desalojo).	m3	78,00	3,10	241,80
4	Excavación manual	m3	12,00	9,86	118,32
5	Suministro e instalación de tubería PVC 160mm (descarga de AASS).	ml	420,00	40,21	16.888,20
6	Caja de registro (incluye marco y contramarco).	u	6,00	226,39	1.358,34
7	Relleno con arena (en replantillo de tubería)	m3	6,38	15,28	97,41
8	Relleno con material del sitio	m3	41,20	2,86	117,83
9	Relleno compactado con material de préstamo importado (Incluye Transporte)	m3	118,00	21,38	2.522,84
10	Sistema de bombeo	u	3,00	1.853,96	5.561,88
	SUMA				38.233,87
	% POR IMPREVISTOS				5%
	TOTAL				40.145,56

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

NOTA: Estos precios no incluyen IVA

Guayaquil, Septiembre del 2018

Tabla 8.2 Limpieza del terreno

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 1

DETALLE: Limpieza del terreno.

EQUIPOS

UNIDAD: m2

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,040
Retroexcavadora	1,000	3,930	3,930	0,900	3,537
SUBTOTAL M					3,577

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2,000	3,51	7,02	0,080	0,56
Operador de retroexcavadora	0,500	3,66	1,83	0,080	0,15
SUBTOTAL N					0,710

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIT	COSTO UNIT.
SUBTOTAL O				0,000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0,00
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				4,29
INDIRECTOS				12,00%
UTILIDAD				2,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				4,89
VALOR OFERTADO				4,89

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Guayaquil, Septiembre del 2018

Tabla 8.3 Trazado y replanteo

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 2
DETALLE: Trazado y replanteo.

EQUIPOS

UNIDAD: m2

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Equipo de topografía	2,000	2,000	4,000	0,070	0,280
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,040
SUBTOTAL					0,320

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo (Experiencia de hasta 5 años)	1,000	3,93	3,93	0,070	0,28
Albañil-Carp-O.Equ.Liv. - Categoría D2	1,000	3,55	3,55	0,070	0,25
Peón - Categoría E2	2,000	3,51	7,02	0,070	0,49
SUBTOTAL					1,020

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIT	COSTO UNIT.
Pintura esmalte	glb	0,010	17,00	0,17
Clavos	Kg	0,050	2,18	0,11
Pingos de eucalipto	ml	0,030	0,54	0,02
Tabla ordinaria de monte 28 x 2,5 x 300cm	u	0,030	2,50	0,08
Tiza	gln	0,100	1,00	0,10
SUBTOTAL O				0,480

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0,00
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1,82
INDIRECTOS				12,00%
UTILIDAD				2,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				2,08
VALOR OFERTADO				2,08

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Tabla 8.4 Excavación de zanja para tubería

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 3

DETALLE: Excavación de zanja para tubería (Incluye desalojo).

EQUIPOS

UNIDAD: m3

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Volqueta de 8m3	1,000	5,000	5,000	0,080	0,400
Retroexcavadora	2,000	3,930	7,860	0,080	0,629
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,040
SUBTOTAL					0,669

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro	1,000	3,93	3,93	0,080	0,31
Peón - Categoría E2	2,000	3,51	7,02	0,080	0,56
Operador de retroexcavadora	2,000	3,66	7,32	0,080	0,59
Operador de volqueta	1,000	3,66	7,32	0,080	0,59
SUBTOTAL					2,050

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIT	COSTO UNIT.
SUBTOTAL				0,000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL				0,00
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2,72
INDIRECTOS				12,00%
				0,33
UTILIDAD				2,00%
				0,05
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,10
VALOR OFERTADO				3,10

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Tabla 8.5 Excavación manual

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 4
DETALLE: Excavación manual

EQUIPOS

UNIDAD: m3

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,500
SUBTOTAL					0,500

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón - Categoría E2	2,000	3,51	7,02	1,100	7,72
Maestro de obra	0,100	3,93	0,39	1,100	0,43
SUBTOTAL					8,150

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIT	COSTO UNIT.
SUBTOTAL				0,000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				8,65
INDIRECTOS				12,00%
UTILIDAD				2,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				9,86
VALOR OFERTADO				9,86

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Tabla 8.6 Suministro e instalación de tubería PVC

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 5

DETALLE: Suministro e instalación de tubería PVC 160mm (descarga de AASS)

EQUIPOS

UNIDAD: ml

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Bomba de agua	0,500	3,950	1,980	0,224	0,444
Volquete	0,500	3,930	1,970	0,224	0,441
Rodillo pequeño	0,500	3,740	1,870	0,224	0,419
SUBTOTAL M					1,304

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro - Categoría C2	0,500	3,93	1,97	0,224	0,44
Albañil	1,000	3,55	3,55	0,224	0,80
Peón - Categoría E2	2,000	3,51	7,02	0,224	1,57
Chofer volquetas	0,500	5,15	2,58	0,224	0,58
SUBTOTAL N					3,390

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIT	COSTO UNIT.
Tubería PVC 160mm	u	1,000	23,83	23,83
Replanteo de piedra graduada (1/2" - 3/4")	m3	0,900	7,50	6,75
SUBTOTAL O				30,580

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0,00
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				35,27
INDIRECTOS				12,00%
UTILIDAD				2,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				40,21
VALOR OFERTADO				40,21

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Tabla 8.7 Caja de registro

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 6

DETALLE: Caja de registro (incluye marco y contramarco)

EQUIPOS

UNIDAD: u

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Concretera de 1 saco	1,000	3,100	3,100	1,150	3,565
Parihuelas	1,000	0,250	0,250	1,150	0,288
Herramienta menor (5% mano de obra)					1,340
SUBTOTAL					5,193

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	8,000	3,51	28,08	1,150	32,29
Albañil	2,000	3,55	7,10	1,150	8,17
Maestro de obra	1,000	3,93	3,93	1,150	4,52
Residente de obra	1,000	3,93	3,93	1,150	4,52
SUBTOTAL					49,500

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIT	COSTO UNIT.
Agua en obra	m3	0,200	1,08	0,22
Arena	m3	0,650	10,13	6,58
Replanteo de piedra graduada (1/2" - 3/4")	m3	0,620	12,60	7,81
Ripio triturado 3/4" puesto en obra	m3	0,760	22,00	16,72
Cemento portland Tipo I	sacoo	7,870	7,68	60,44
Encofrado	m	0,700	2,61	1,83
Ángulo 50x3mm peso=13,71 Kg	u	0,188	11,82	2,22
Malla M 5,515(6,75x2,4)	m2	0,720	6,87	4,95
Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm2 en varillas de 8 o 16mm	Kg	1,500	1,58	2,37
Encofrado de losas planas. Desencofrado a los 15 días.	m2	0,080	9,44	0,76
Tapa de grifo	u	1,000	40,00	40,00
SUBTOTAL				143,900

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL				0,00
	TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			198,59
	INDIRECTOS		12,00%	23,83
	UTILIDAD		2,00%	3,97
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			226,39
	VALOR OFERTADO			226,39

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Tabla 8.8 Relleno con arena

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 7

DETALLE: Relleno con arena (en replantillo de tubería)

EQUIPOS

UNIDAD: m3

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Retroexcavadora	0,250	3,930	0,980	0,083	0,081
Herramienta menor (5% mano de obra)					0,210
SUBTOTAL M					0,291

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	3,000	3,51	10,53	0,083	0,87
Operador de retroexcavadora	0,250	3,66	0,92	0,083	0,08
SUBTOTAL N					0,950

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIT	COSTO UNIT.
Arena de río	m3	1,200	10,13	12,16
SUBTOTAL O				12,160

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0,00
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				13,40
INDIRECTOS				12,00%
				1,6
UTILIDAD				2,00%
				0,27
COSTO TOTAL DEL RUBRO				15,28
VALOR OFERTADO				15,28

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Tabla 8.9 Relleno con material del sitio

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 8

DETALLE: Relleno con material del sitio

EQUIPOS

UNIDAD: m3

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Retroexcavadora	1,000	3,930	3,930	0,020	0,130
Rodillo	1,000	3,740	3,740	0,020	0,075
Herramientas menos (5% mano de obra)					
SUBTOTAL M					0,205

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador de retroexcavadora	1,000	3,66	3,66	0,020	0,07
Peón - Categoría E2	2,000	3,51	7,02	0,020	0,14
Operador de rodillo	1,000	3,66	3,66	0,020	0,07
SUBTOTAL N					0,280

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/ UNIT	COSTO UNIT.
Material de mejoramiento	m3	0,310	6,50	2,02
SUBTOTAL O				2,020

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0,00
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2,51
INDIRECTOS				12,00%
				0,30
UTILIDAD				2,00%
				0,05
COSTO TOTAL DEL RUBRO				2,86
VALOR OFERTADO				2,86

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Tabla 8.10 Relleno compactado con material de préstamo importado

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 9

DETALLE: Relleno compactado con material de préstamo importado

EQUIPOS

UNIDAD: m3

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menos (5% mano de obra)					0,130
Compactadora reversible Weber CR3g	1,000	6,700	6,700	0,200	1,340
SUBTOTAL M					1,470

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro - Categoría C2	1,000	3,93	3,93	0,200	0,79
Peón - Categoría E2	2,000	3,51	7,02	0,200	1,40
Operador de equipo liviano	1,000	3,30	3,30	0,200	0,66
SUBTOTAL N					2,850

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIT	COSTO UNIT.
Relleno material importado	m3	1,300	11,10	14,43
SUBTOTAL O				14,430

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0,00
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				18,75
INDIRECTOS				12,00%
				2,25
UTILIDAD				2,00%
				0,38
COSTO TOTAL DEL RUBRO				21,38
VALOR OFERTADO				21,38

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

Tabla 8.11 Sistema de bombeo

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

“CONEXIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BASNOR A LA RED PÚBLICA DE INTERAGUA”

RUBRO: 10
DETALLE: Sistema de bombeo

EQUIPOS

UNIDAD: u

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menos (5% mano de obra)					0,130
SUBTOTAL					0,130

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico	1,000	3,66	3,66	0,083	0,30
SUBTOTAL					0,300

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIT	COSTO UNIT.
Bomba sumergible tipo campana 3Hp	u	1,000	1.625,85	1.625,85
SUBTOTAL				1.625,85

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL				0,00
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1.626,28
INDIRECTOS				12,00%
UTILIDAD				2,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.853,96
VALOR OFERTADO				1.853,96

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

CAPÍTULO 8

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

- Después de los estudios realizados en los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de la Base Naval Norte ubicada en la ciudad de Guayaquil, muestran que el sistema de agua lluvias no presentan ningún inconveniente en su diseño solo la obstrucción con basura en los puntos de recolección y salida de las aguas lluvias, en cambio el sistema de aguas residuales presenta varios inconvenientes los cuales se han especificado en su respectivo informe que se ha anexado al proyecto, para solventar los problemas encontrados en la entidad, se han propuesto varias alternativas que buscan resolver los problemas encontrados, se ha optado por la alternativa 1 donde su principal objetivo es la evacuación de las aguas servidas a las cámaras de inspección de la empresa pública encargada de las aguas residuales de la ciudad llamada Interagua.
- Se ha inclinado más por la alternativa 1 el cual pretende el transporte de las aguas residuales generadas por BASNOR a la red de alcantarillado sanitario de Interagua para su debido tratamiento y referente a la red de alcantarillado pluvial evacuarla al Río Guayas, desde la vista económica es la más viable, recomendable y sustentable.
- Las alternativas 1 y 2 han sido desarrolladas bajo normas técnicas y ambientales específicas que garantiza que los resultados conseguidos sean aceptables y viables con respecto al funcionamiento e impacto ambiental.
- El diseño del sistema de alcantarillado sanitario cumple con los parámetros establecidos en la normativa vigente de Interagua; las pendientes y velocidades determinadas evitarán el colapso y acumulación de residuos en las cajas de registro, no deberá generarse taponamiento en el sistema debido al accionamiento de la bomba sumergible, transportando las aguas residuales finalmente al colector de Interagua ubicado cerca del puente de la Unidad Nacional.
- Los sistemas de bombeos encargados de transportar las aguas residuales de pozo a pozo y finalmente a la cámara de inspección de Interagua, constan de bombas de 3HP estas nos garantizan una velocidad mínima en la red sanitaria, para así

evitar acumulación de residuos tanto en las cámaras de revisión como en las tuberías.

- El plan de manejo ambiental identifica los impactos que se producirá en la zona de implantación, al momento de su construcción, operación y mantenimiento. Uno de los factores más afectados será el aire provocado por la generación de material particulado en el ambiente, además de la afectación en el suelo debido a los residuos que se produzcan durante el todo el proyecto.
- Se ha considerado un valor de \$4100 para el plan de manejo ambiental, en donde se estipula las acciones a realizar si durante la ejecución del proyecto se produce la contaminación, afectación o alteración del medio natural, se procederá a rehabilitar el área afectada hasta su estado antes del percance. En las actividades de mantenimiento, en el caso accidental que el personal vierta, descargue o derrame cualquier producto químico que llegue potencialmente a un cuerpo de agua o nivel freático. La empresa y/o sus contratistas tomarán medidas inmediatas para contener y recuperar lo derramado, ejecutando todas las acciones necesarias para remediar y restaurar el área afectada.

9.2 Recomendaciones

- Es necesario realizar una modificación en el ramal B, debido a la existencia de sistemas combinados en las cajas de registro; actualmente el caudal generado por ese ramal desemboca al río, alterando las leyes ambientales.
- Una de las soluciones provisionales que se recomienda para el ramal B y todos los demás ramales lejanos o no conectados a los pozos principales es la colocación de un Biotanque séptico el cual se debe dar mantenimiento cada 2 años, sus aguas tratadas y lodos pueden ser utilizadas para el mantenimiento del césped del estadio ubicado a las cercanías del ramal B.
- Para modificaciones futuras en los edificios o bloques se debe recordar el uso para el cual fue diseñado, no es lo mismo estimar un caudal de diseño para un edificio de uso administrativo, que un edificio utilizado para impartir enseñanza académica. Si se desea cambiar la funcionalidad de un edificio se debe considerar el nuevo caudal que este va a generar, además de revisar la capacidad existente de los pozos de registro.

- La ubicación y capacidad del colector de Interagua debe ser verificada por el contratista, en los anexos presentados se encuentra la cota invert de este colector de Interagua, pero no se nos proporcionó información sobre la capacidad del mismo.
- Se recomienda el uso del BM base obtenido por los autores gracias a un método donde se usa la pleamar y bajamar, el cual está ubicado en las cercanías del embarcadero de canoas, se debe utilizar el BM base ya que todos los diseños de cotas fueron generados a partir del BM antes mencionado.
- Es esencial realizar mantenimiento al sistema de aguas lluvias, muchas de las rejillas se encuentran cubiertas por basura y hojas de los árboles, dificultando el recorrido de las aguas provocando empozamiento en algunos sectores, también dar la debida limpieza a las salidas finales de las aguas lluvias el cual dificulta la descarga al Río Guayas.
- Para un mejor reconocimiento de las cajas de registro, se debe colocar las abreviaturas correspondientes al sistema sea de aguas lluvias o servidas; la manera correcta es utilizar un marcador de pintura.
- Solucionar los problemas encontrados en las cajas de registro de todos los ramales del sistema sanitario los cuales se detallan en su debido informe, las cuales se encuentran en colapsadas, tapadas, no fueron abiertas por problemas de sellado de la tapa o por falta de herramientas.
- Realizar un mantenimiento a las cámaras de inspección de los 3 pozos principales para evitar el ingreso de agua lluvia en época invernal el cual puede provocando un posible colapso de los pozos, se observaron que muchas no cuentan con su debida tapa o están destruidas.
- Construir trampas de grasas a la salida de los bares, talleres y cocinas para que estos sólidos, aceites y grasas se eliminen, para que de ahí estas aguas pasen a la planta de tratamiento o pozo, se debe dar mantenimiento semanalmente.
- Se requiere la limpieza de los pozos mediante el Hidrocleaner, para observar medidas reales y exactas, observar los problemas de cada pozo y sistema operativo, para la realización del diseño definitivo

10. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. (21 de Junio de 1995). *Impulsión de Aguas Residuales*. Obtenido de Golpe de Ariete en tuberías de Impulsión: <http://cidta.usal.es/Cursos/redes/modulos/Libros/unidad%209/calgolpe.PDF>
- Arenas, G., Jimenez, E., & Prado, Z. (Junio de 2011). *Sistema automático recuperador de agua pluvial y aguas grises*. Obtenido de Filtros de agua: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10562/72.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2018). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi: Registro Oficial 449.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua*. Quito: Registro Oficial.
- BASNOR. (2007). *Directrices de pleneamiento del Comando General para el desarrollo de la Base Naval Norte*. GUayaquil.
- Bernal, M. (6 de Agosto de 2013). *El productor*. Obtenido de Las Zeolitas: El mineral desintoxicante de suelos, aguas residuales y servidas.: <https://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicos-agricolas/las-zeolitas-el-mineral-desintoxicante-de-suelos-aguas-residuales-y-servidas/>
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de agua potables, alcantarillado y saneamiento*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Dal Pozzolo, A. (2018). *CMA-B-D. EBARRA Pumps Europe S.p.A. CENTRIFUGAL PUMPS*. Europe.
- DIGESBA. (2001). *Instalaciones Sanitarias, Alcantarillado Sanitario Pluvial y Tratamiento de Aguas Residuales*. La Paz.
- G. Tchobanoglous & R. Crites. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Bogotá: McGraw-Hill.
- GAD, M. d. (2018). *Alcaldía de Guayaquil*. Obtenido de <http://www.guayaquil.gob.ec/geograf%C3%ADa-de-guayaquil>
- Hallegate, S. (2013). *Repositorio de investigación de la Universidad de Middlesex*. Obtenido de Evaluación de los costos de los peligros naturales: <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-13-1351-2013>
- Hernández, M. (2017). *Diagnóstico y proyección de vulnerabilidades frente a la variabilidad y cambio climático en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: CAF.

- Hervás, C. (2016). *Biblioteca Universitaria* . Obtenido de Repositorio Documentos: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/22523>
- INAMHI. (2017). *Boletín de Precipitación y Temperatura*. Quito. Obtenido de http://sipa.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/tematicos_zonales/precipitacion_temperatura/2017/precipitacion_febrero2017_zona5.pdf
- INAMHI. (2018). *Boletín Climático y Agrícola*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/boletines-climaticos-y-agricolas/>
- Inducom. (Agosto de 2018). *Inducom Soluciones Industriales*. Obtenido de Productos de nuevos catálogos: <https://inducom-ec.com/>
- INEN. (1990). *NTE INEN 1752: Urbanización. Sistema de eliminación de residuos líquidos. Requisitos*. UsGovernmentDocuments.
- Instituto costarricense de acueductos y alcantarillados. (22 de Septiembre de 2017). *Norma Técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial*. Obtenido de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Norma%20dise%C3%B1o%20y%20construccion%20sistemas%20agua,%20saneamiento%20y%20pluvial.pdf>
- Interagua. (9 de Febrero de 2015). *Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil*. Obtenido de <http://www.emapag-ep.gob.ec/emapag/wp-content/uploads/2015/06/C-I-VIII-D.pdf>
- Interagua C. LTDA. (2015). *Manual de diseño de redes de alcantarillado*. Guayaquil: MA-OED-003.
- Interagua C. LTDA. (2016). *Ajuste y revisión del Plan Maestro agua potable; alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial*. Guayaquil: Tomo I.
- Interagua C. LTDA. (2016). *Planta de Tratamiento Vía a la Costa*. En *Ajuste y revisión del Plan Maestro agua potable; alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial* (págs. 158-172). Guayaquil: Tomo II.
- Jiménez, D. (2008). *Modelaje de un Sistema Urbano de Alcantarillado Pluvial en el área de drenaje de los esteros Miraflores y represado*. Guayaquil: Tesis.
- Kundzewicz, Z. e. (2014). Flood risk and climate change: Global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, 59(1), 1-28.
- Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario. (2014). *Capítulo VI: De la Importación de Maquinaria Agrícola*. Guayaquil: Registro Oficial 303.
- Ludeña, C., & Wilk, D. (2013). *Mitigación y adaptación al cambio climático*. No. IDB-TN-619.

- Martínez, F., & Ferrer, J. (2007). *Sistema de indicadores para la gestión de las redes de agua potable*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Metcalf & Eddy, I. (2003). *Ingeniería de Aguas Residuales*. New York: McGraw-Hill.
- Ministerio del Ambiente. (2004). *Ley de Gestión Ambiental Codificación*. Guayaquil: Registro Oficial Suplemento 418.
- Ministra del ambiente. (2015). *Reglamento Interministerial Para El Saneamiento Ambiental Agrícola*. Guayaquín: Acuerdo Ministerial 365.
- Normas del Reglamento Nacional. (2010). Instalaciones Sanitarias para Edificaciones. En *Norma Técnica IS.010* (págs. 11-19). Lima: Limusa.
- Reguero BG, L. I.-S. (16 de Marzo de 2015). *Efectos del cambio climático sobre la exposición a las inundaciones costeras en América Latina y el Caribe*. España: PLoS ONE 10(7). Obtenido de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133409>
- Rojas, J. A. (2004). Principio de diseño. En *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño* (págs. 509-670). Colombia: E. Colombiana de Ingeniería.
- Saneamiento Ambiental, y. O., & Sanitarias, I. E. (1992). *Normas Para Estudio Y Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Disposición De Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores A 1000 Habitantes*. Quito: Secretaría del Agua; CO 10.07 - 601.
- SUIA. (2018). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Acuerdo Ministerial No. 061: http://suia.ambiente.gob.ec/catalogo_ambiental

11. ANEXOS

11.1 ANEXO A

Informe de Operaciones en la Base Norte

Actividades realizadas para obtener información relevante para el proyecto

Como proyecto integrador se tiene El Estudio y Diseño de la Red de Alcantarillado de BASNOR, donde se sabe que en la actualidad la base norte de la armada no consta con un óptimo sistema de alcantarillado por el cual se ha solicitado el respectivo estudio.

Para poder obtener información del estado actual de la red de alcantarillado de la Base Norte y poder comparar los planos que se nos ha facilitado, se realizó una visita de reconocimiento de toda la base donde se pudo observar los problemas superficiales que presenta la red de alcantarillado, después se realizó una visita los días 16, 17 y 18 de mayo con equipos topográficos como el nivel y estación total.

Tras el primer día donde se comenzó por la red de AALL con la ayuda de dos personas delegadas por el comandante de la Base, se procedió a abrir las tapas de las cámaras por la entrada de la Base donde se encuentra la garita.

Al no tener un BM cerca de la base, se procedió a crearlos para el respectivo uso, aprovechando que la base norte se encuentra cerca del Río Guayas, se procedió a realizar un procedimiento para poder encontrar el cero metros sobre el nivel del mar (0 msnm), donde se usó la pleamar y bajamar, además se colocó BMs en sitios estratégicos para futuras visitas con los equipos topográficos.

Actividades

Se caminó por todas las instalaciones de la base observando los problemas superficiales que presentaba la red de AALL.



Figura 11.1 Sumidero obstaculizado por tierra y ramas de árboles

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.2 Sumidero obstaculizado por tierra

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.3 Salida de aguas lluvias

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.4 Basura en la salida de aguas lluvias

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.5 Carpeta de asfalto cubriendo cámara de revisión de AALL

Se nos designó dos concriptos para que nos acompañen para poder levantar las tapas de las cámaras. Se realizó una línea de aguas lluvias, la que pasaba por la entrada principal de la BASNOR y la revisión de las pendientes. Ubicando BM como referencia para calcular las pendientes.



Figura 11.6 Medición de cotas de las cámaras y sumideros

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.7 Quinta cámara de AALL

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.8 Sexta cámara de AALL

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.9 BM arbitrario para obtención de cotas

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Como no se encontraba un BM con cota real, se procedió a colocar BM arbitrarios, para determinar las cotas de cada punto de análisis, además se obtuvo el punto cero msnm con la ayuda del río en pleamar y bajamar.



Figura 11.10 Medición del BM Base

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.11 Medición en bajamar

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 11.1 Obtención del cero msnm

<i>Base Naval Norte</i>					
Responsables:		Larry Quintuña - Johanna Aquino			
Tema:		Obtención de un punto con cota 0 msnm			
Δ	.	L(+)	H+i	L(-)	Cota
Medición en Pleamar					
E1			11,038		
	BMbase	1,038			10
	Pm			1,431	9,607
Medición en Bajamar					
E1			10,217		
	BMbase	0,217			10
	Bm			4,646	5,571
Obtención del 0 msnm					
DL	Pm-Bm	4,036			
DL/2		2,018			
cota 0	Bm + DL/2	7,589			
L(-)		2,628			
Cota verdadera del BMbase					
E1			2,628		
	Ca	2,628			0
	BM base			0,215	2,413

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

La información obtenida tras la georreferenciación no se la necesito cuando Interagua nos facilitó los planos de las cajas de registro alrededor de BASNOR.

Se procedió a ubicar BMs por la base para la próxima visita tener un punto de referencia y realizar las mediciones más rápido, el procedimiento que se uso es de nivelación y contra nivelación.

Tabla 11.2 Nivelación y contra nivelación de los BMs

Base Naval Norte					
Responsables:		Larry Quintuña - Johanna Aquino			
Tema:	Obtención de BMs alrededor de la Base con nivelación y contra nivelación				
Δ	.	L(+)	H+i	L(-)	Cota
BM1					
Ida					
E1			4,152		
	BM base	1,739			2,413
	Pto			1,640	2,512
E2			3,91		
	Pto	1,398			2,512
	BM1			1,330	2,580
Vuelta					
E1			3,69		
	BM1	1,110			2,580
	Pto			1,182	2,508
E2			4,029		
	Pto	1,521			2,508
	BM base			1,615	2,414
		ΔZ prom	0,167		
		BM1	2,580		
		Error	-0,04%		
BM2					
Ida					
E1			3,8705		
	BM1	1,291			2,580
	Pto1			1,379	2,492
E2			3,8155		
	Pto1	1,324			2,4915
	Pto2			1,324	2,4915
E3			3,8845		
	Pto2	1,393			2,492
	Pto3			1,197	2,688
E4			4,177		
	Pto3	1,489			2,688
	BM2			1,703	2,474

Base Naval Norte					
Responsables:		Larry Quintuña - Johanna Aquino			
Tema:	Obtención de BMs alrededor de la Base con nivelación y contra nivelación				
Δ	.	L(+)	H+i	L(-)	Cota
Vuelta					
E1			3,8985		
	BM2	1,425			2,474
	Pto1			1,223	2,676
E2			3,8585		
	Pto1	1,183			2,676
	Pto2			1,430	2,429
E3			3,811		
	Pto2	1,382			2,429
	BM1			1,237	2,574
		ΔZ_{prom}	0,103		
		BM2	2,477		
		Error	0,23%		
BM3					
Ida					
E1			4,0575		
	BM2	1,581			2,477
	Pto1			1,384	2,674
E2			3,8435		
	Pto1	1,170			2,674
	Pto2			1,492	2,352
E4			3,841		
	Pto2	1,489			2,352
	BM3			1,492	2,349
Vuelta					
E1			3,7385		
	BM3	1,390			2,349
	Pto1			1,303	2,436
E2			4,0395		
	Pto1	1,604			2,436
	Pto2			1,309	2,731
E3			4,147		
	Pto2	1,416			2,731
	BM2			1,672	2,475
		ΔZ_{prom}	0,127		
		BM2	2,350		
		Error	0,08%		

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

El volumen de excavación esta dado en la siguiente tabla, la cual se usó civil 3D y Excel.

Tabla 11.3 Volumen de excavación

Volumen	
P3 a P2	20.26 m3
P2 a P1	52.46 m3

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.12 Pozos cerca del puente

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

La información obtenida tras la georreferenciación no se la necesito cuando Interagua nos facilitó los planos de las cajas de registro alrededor de BASNOR.



Figura 11.13 Reconocimiento de Cajas según planos de Interagua

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.



Figura 11.14 Restos de hormigón cerca de la ubicación de las cámaras.

11.2 ANEXO B

Tabla 11.4 Levantamiento de Información de usuarios

Lugar	Área	Puntos de AASS	Descripción de punto	Usuarios actuales
Gate principal (BASNOR)	Garita de control	1	Baño	7
	Dirección de abastecimiento	1	Baño clausurado	0
ESMENA	Dirección de recursos humanos (Base Sur)	5	Baño para público (2 urinarios)	9
		1	Baño del comandante	1
		4	Baño (2 son urinarios)	5
Pañol Asdena (BASNOR)	Vestidores	1	Baño	20
Sala de espera (BASNOR)	Cyber	1	Baño solo para el personal de ahí	2
	Área de sala de espera	2	Baño para público	200
	Bar "El Recluta"	1	Baño solo para el personal de ahí	3
Oficinas Asdena (BASNOR)	Asociación Deportiva Naval (ADN)	1	Personal rotativo	30
Tribuna piscina (BASNOR)	Oficinistas	2	Baño de hombres	16
		1	Baño de mujeres	
	Baño para tripulantes	3	Urinarios	77
		3	Baños	127
	Baño para seleccionados del liceo	2	Baño de hombres	28
		1	Baño de mujeres	
Graderíos de piscina de saltos y vestidores de damas (BASNOR)	Vestidores de damas	5	Baño de mujeres	50
Comando BASNOR		1	Baño del comandante	1
Camarotes Gamas y Cadetes P.A. (BASNOR)	Comando BASNOR	4	Baños de estudiantes	20
	Camarotes	4		
	Camarotes	4	Baños de estudiantes	20
	Camarotes	4		
Subcentro médico BASNOR	Camarotes	2	Baño público hombres	28
	Subcentro médico	2	Baño público mujeres	20
		1	Baño personal de Doctora	2
		1	Baño personal de Ginecología	2
	Subcentro médico	1	Clínica 1 Dr. Bayona	2
		1	Médico Cirujano Dr. Mora	2
	Subcentro médico	2	Emergencia	5
		1	Laboratorio	5
	Subcentro médico	1	Entrepuentes oficiales	10
		1	Entrepuentes conscriptos	15
	Subcentro médico	1	Entrepunte mujeres	10
		1	Médico Dr. Lino	2
		1	Baño teniente Vargas	1

	Subcentro médico	1	Fisioterapia	2
Cámara cocina tripulantes - panadería (BASNOR)	Comedor	2	Baño de hombres general	30
		2	Baño de mujeres general	20
		2	Baño privado	10
Sin Asignación Digeo(CETNAV)	Oficinas desocupadas	0		0
Auditorium (CETNAV)	Auditorio designado para charlas esporádicas	2	Baño de Hombres	10
		2	Baño de mujeres	10
Entrepunte tripulantes (BASNOR)	Entrepunte	8	Baño de Hombres	50
	Entrepunte	8	Baño de mujeres	0
Peluquería (BASNOR)	Peluquería	1	Baño privado solo para personal	2
Bar - Sala de estar (CETNAV)	Bar	2	Baño general	2
Simulador Full Misión (ESMENA)	ESMENA	2	Baño general	15
Aulas (ESMENA)	Frente al Laboratorio Arpa y GMDSS	1	Baño de Hombres	20
		1	Baño de mujeres	20
	Baño en el último piso	1	Baño del comandante	1
Entrepuntes de mujeres (CETNAV)	Entrepunte	2	Baño de mujeres	8
Estación de radio (BASNOR)	Radio	1	Baño para el personal	3
		1	Baño para el personal	3
Sin Asignación Digeo(CETNAV)	Oficina Marina Mercante	1	Baño para el personal	5
Entrepunte de tripulantes (CETNAV)	Entrepunte lado izquierdo	10	Baño de hombres general	60
	Entrepunte lado derecho	10	Baño de mujeres general	40
Talleres de control de averías (BASNOR)	(Señor Toledo)	1	Baño privado	2
Aulas (LICGUA)	Este edificio tiene 3 niveles	12	Baños de hombres (4 cada nivel)	800
		15	Baños de mujeres (5 cada nivel)	700
Aulas (LICGUA)	Este edificio tiene 3 niveles	15	Baños de hombres (5 cada nivel)	800
		12	Baños de mujeres (4 cada nivel)	700
Edificio de uso múltiple Actual Edificio Administrativo (LICGUA)	Según planos edificio construido por Liceo Naval	1	Baño de hombres general	20
		1	Baño de mujeres general	10
	Secretaría (Según el plano construido por BASNOR)	1	Baño para el personal administrativo (mujeres)	12
Edificio Dirección (LICGUA)	Rectorado	1	Baño del comandante	3
Edificio Administrativo (LICGUA)	Edificio de un solo nivel	1	Baño	1
Bar (LICGUA)	Bar frente al patio (Área 206)	1	Baño para el personal	5
	Bar cerca de las canchas deportivas (Área 213)	1	Baño para el personal	8
Coliseo Cubierto (LICGUA)	Departamento médico	3	Baño para el personal (1 de los baños no funciona)	2
	Copiadora	1	Baño para el personal	3
	Coliseo	4	Baño cerrado para público	0

Cuerpo de guardia (LICGUA)	Garita del colegio	1	Baño para el personal	5
Subdirección de educación regular (UNINAV)	Secretaría de educación - doctrina	1	Baño personal de mujeres	1
		1	Baño personal de hombres	1
		1	Baño para público (mujeres)	2
		1	Baño para público (hombres)	2
Dirección General de Educación (UNINAV)	Dirección de educación y doctrina	8	Baño para el personal hombre (4 son urinarios)	25
		4	Baño para personal mujer	25
Laboratorio de Ingles (CETNAV)	Actualmente Dirección de Bienestar	1	Baño para el personal (2 son mujeres)	7
Laboratorios (AREA DIRBIE)	Actualmente Oficinas	2	Baño de hombres general	50
		2	Baño de mujeres general	18
Aula estado mayor de servicios (AGUENA)		6	Baño para el personal hombre (3 son urinarios)	60
		2	Baño de hombres general	20
		2	Baño de mujeres general	20
Aulas Aguena (AGUENA)		2	Baño de hombres general	
		2	Baño de mujeres general	25
Edificio dirección (AGUENA)	Directores y Sub-directores	1	Baño privado	2
Edificio Administrativo (AGUENA)	Edificio administrativo	1	Baño de mujeres	7
		1	Baño de hombres	8
Biblioteca AGUENA	Biblioteca Teodoro Alvarado	1	Baño privado	1
Edificio de cubículos (AGUENA)		1	Baño de mujeres	1
		1	Baño de hombres	
Vestidores de oficiales alumnos (AGUENA)	Alojamiento de oficiales	8	Baño de hombres (2 son urinarios)	35
Cámara de oficiales (AGUENA)	Poseidón	2	Baño de mujeres	15
		3	Baño de hombres	140
A.D.O. Oficiales de planta (AGUENA)	A.D.O. Oficiales de planta (AGUENA)	8	Baño de hombres	25
Pañoles vestidores de yolas (BASNOR)	Vestidores	1	Baño personal	2

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

11.3 ANEXO C

INFORME DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE BASNOR

RAMAL "A"

El ramal "A" abarca el área de ESMENA (Escuela de la Marina Mercante Nacional) dentro de esta área encontramos un edificio de información.



Figura 11.15 Análisis del ramal "A"

Fuente: Base Naval Norte, 2016

RAMAL "B"

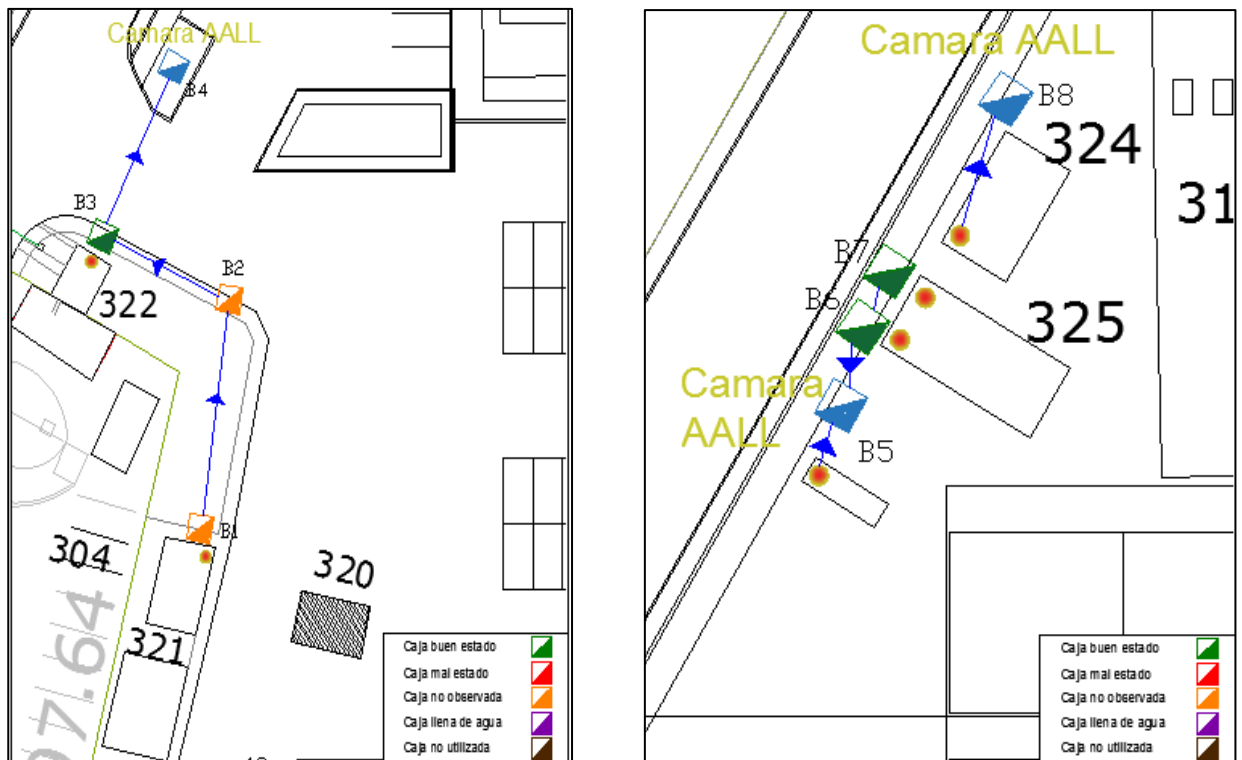


Figura 11.16 Análisis del ramal "B"

Fuente: Base Naval Norte, 2016

- Cámara B1
El pequeño edificio donde se encuentra conectada esa cámara no está en funcionamiento ya que ese edificio se usa ahora como bodega.
- Cámara B2
Esta cámara está sin funcionamiento por el motivo que la B1 no está en funcionamiento.
- Cámara B3
Recolecta las AASS del baño ubicado en la Garita, está conectada a la línea de aguas lluvias.
- Cámara B5
Se puede asumir que es la más crítica de todas ya que se descargan de varios locales sus AASS.

B5 PERTENECIENTE AL RAMAL B



Figura 11.17 Línea de AALL caja de registro

Fuente: Base Naval Norte, 2016

- Cámara B8
Otra cámara de AALL donde se encuentra conectada una salida de AASS.

B8 PERTENECIENTE AL RAMAL B



Figura 11.18 Caja de registro de la línea de AALL

Fuente: Base Naval Norte, 2016

RAMAL "C"

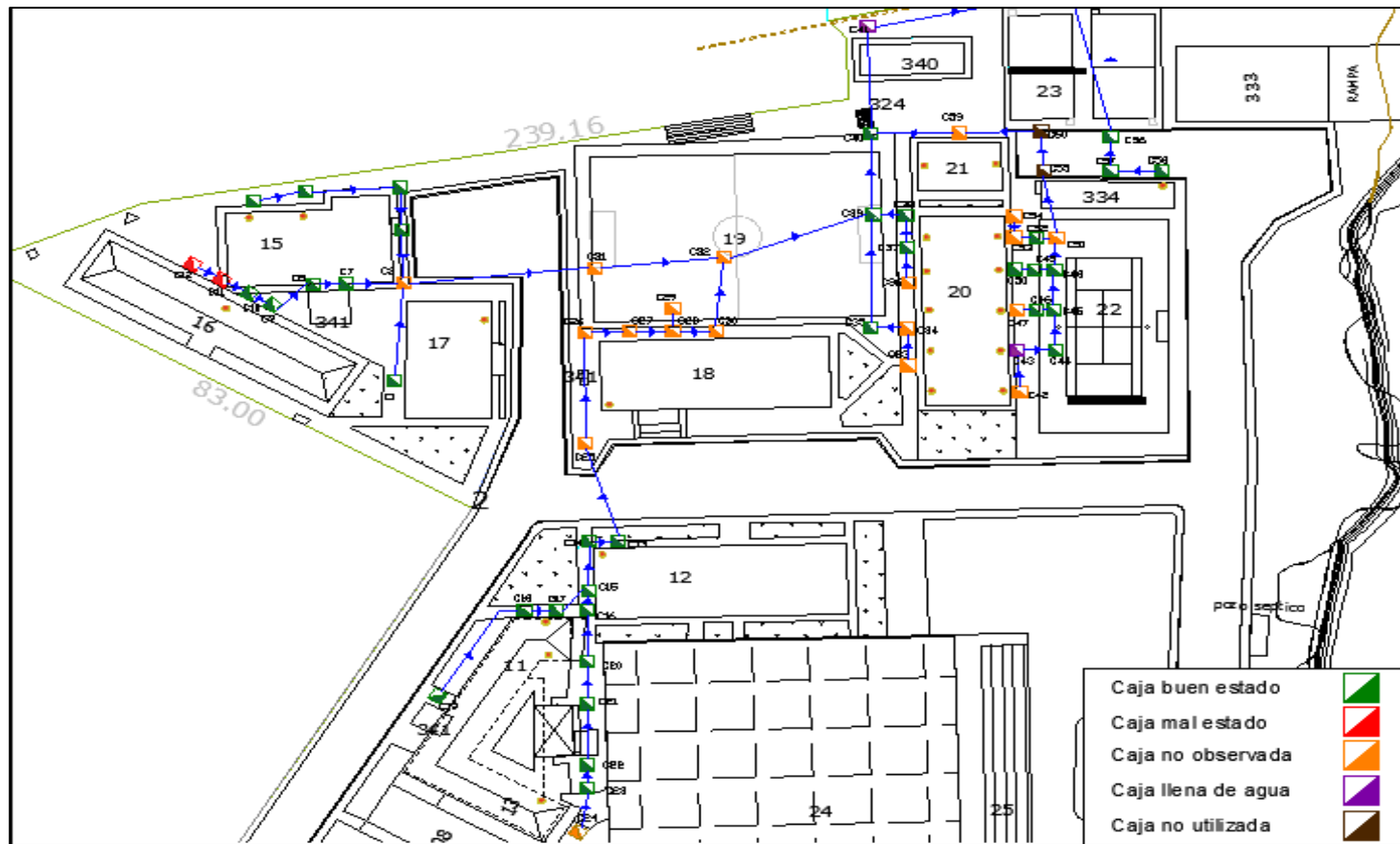


Figura 11.19 Análisis del ramal "C"

Fuente: Base Naval Norte, 2016

El ramal "C" abarca el área de AGUENA (Academia de Guerra Naval), dentro de esta área encontramos edificio administrativo, edificio de dirección, biblioteca y vestidores de oficiales, además de cancha de tenis y baby football.

CAJAS CON PROBLEMAS

Leyenda para el plano

- Cajas en buen estado: Color Verde
- Cajas en mal estado: Color rojo
- Cajas no Observadas: Color Anaranjado
- Cajas llenas de agua: Color morado

C2 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.20 Caja sellada por una capa de hormigón

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 11.5 Valores obtenidos de la caja C2

# EN EL PLANO	DESCRIPCIÓN	LECTURA	(+)	Hi	(-)	COTA	OBSERVACIONES
C	H1	1,772			1,631	2,323	Se aprecian dos tuberías de $\Phi 2''$
		1,631					
		1,493					
	H2						
		1,428			1,428	2,526	La caja parece haber sido sellada, debajo de esta superficie debería observarse las tuberías

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C3 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.21 Tapa cubierta por baldosa

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Se observa que la superficie de la caja está cubierta por baldosa, esto dificultó la toma de datos. Se intentó abrir, pero se corría el riesgo de dañar la baldosa.

C11 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.22 Acumulación de aguas servidas

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C12 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.23 Caja de registro al límite de su capacidad

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 11.6: Valores obtenidos de C11 y C12

# EN EL PLANO	DESCRIPCIÓN	LECTURA	(+)	Hi	(-)	COTA	OBSERVACIONES	
C	11	N1	2,175			2,175	1,860	Se evidencia la capacidad de la caja al máximo, la tapa no presentaba daño.
		N2	1,898			1,898	2,137	
		N3	2,132			2,132	1,903	
	12	O1	1,479			1,479	2,505	
		O2	2,083			2,083	1,901	

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C24 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.24 Superficie se observa sellada

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C33 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.25 Caja sellada

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C34 PERTENECIENTE AL RAMAL C

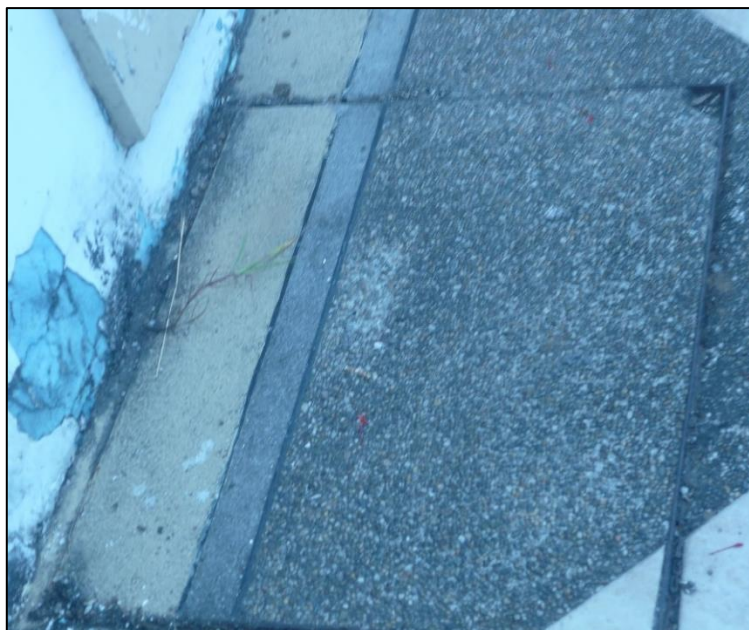


Figura 11.26 Tapa de la caja pegada con el piso

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C36 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.27 Filos de caja unidos con el nivel del piso

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C42 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.28 Caja completamente sellada

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C43 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.29 Empozamiento de aguas servidas

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C47 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.30 Tapa de la caja difícil de abrir

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C51 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.31 Superficie de la caja cubierta por tierra. Caja escondida

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C53 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.32 Caja ubicada debajo de un aire acondicionado.

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C54 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.33 Juntas de la tapa selladas al nivel del piso

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C58 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.34 Caja sellada, difícil de abrir para observación.

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

C59 PERTENECIENTE AL RAMAL C



Figura 11.35 Junta de la tapa completamente selladas

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

RAMAL "D"

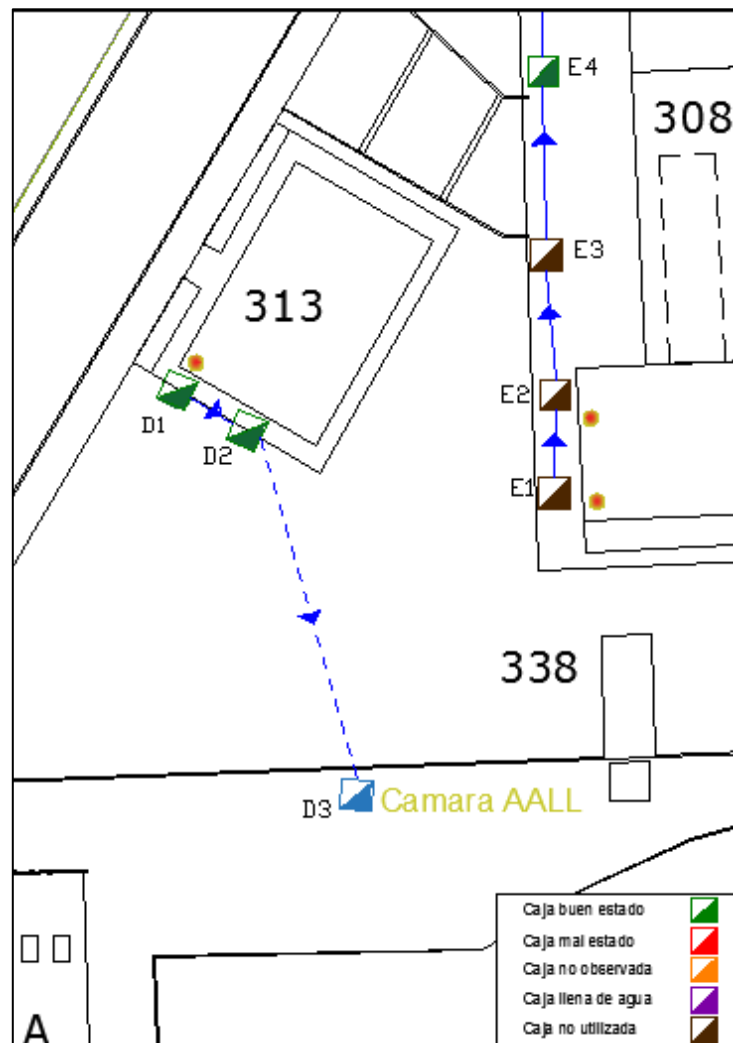


Figura 11.36 Análisis del ramal "D"

Fuente: Base Naval Norte, 2016

El ramal "D" abarca el área de las oficinas de ASDENA. Este ramal es el más pequeño dentro de BASNOR, cuenta con 2 cajas de registro en este sector la problemática se da, debido a la conexión a una cámara de aguas lluvias.

RAMAL "E"

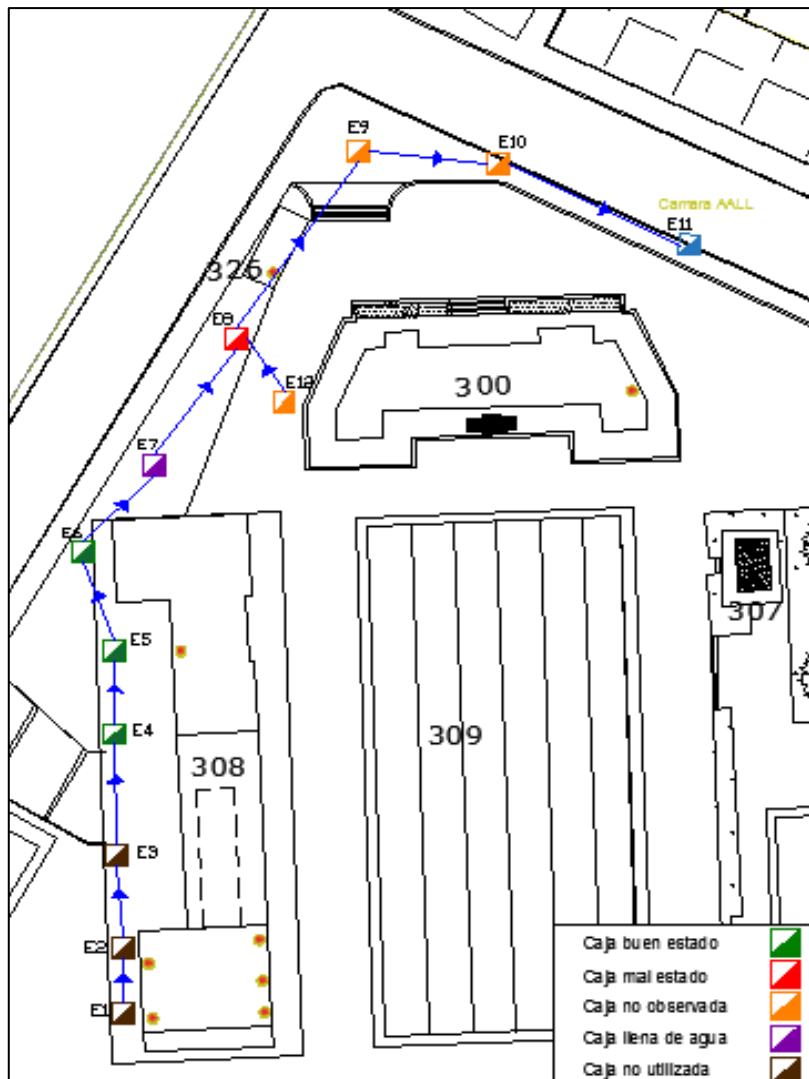


Figura 11.37 Análisis de ramal "E"

Fuente: Base Naval Norte, 2016

Las primeras cajas de registro de este ramal están totalmente secas dando a entender que no se están utilizando, las medidas no se pudieron obtener por no contar con los implementos para remover la tierra almacenada en las cajas como se muestran en las primeras cajas.

E1 PERTENECIENTE AL RAMAL E



Figura 11.38 Caja de registro con tierra

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

E2 PERTENECIENTE AL RAMAL E



Figura 11.39 Caja de registro con presencia de tierra

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

E3 PERTENECIENTE AL RAMAL E



Figura 11.40 Caja de registro con presencia de basura

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

E12 PERTENECIENTE AL RAMAL E



Figura 11.41 Caja de registro con presencia de tierra

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

E4 PERTENECIENTE AL RAMAL E



Figura 11.42 Caja de registro con tierra

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

E7 PERTENECIENTE AL RAMAL E



Figura 11.43 Caja de registro colapsada

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

RAMAL "F"

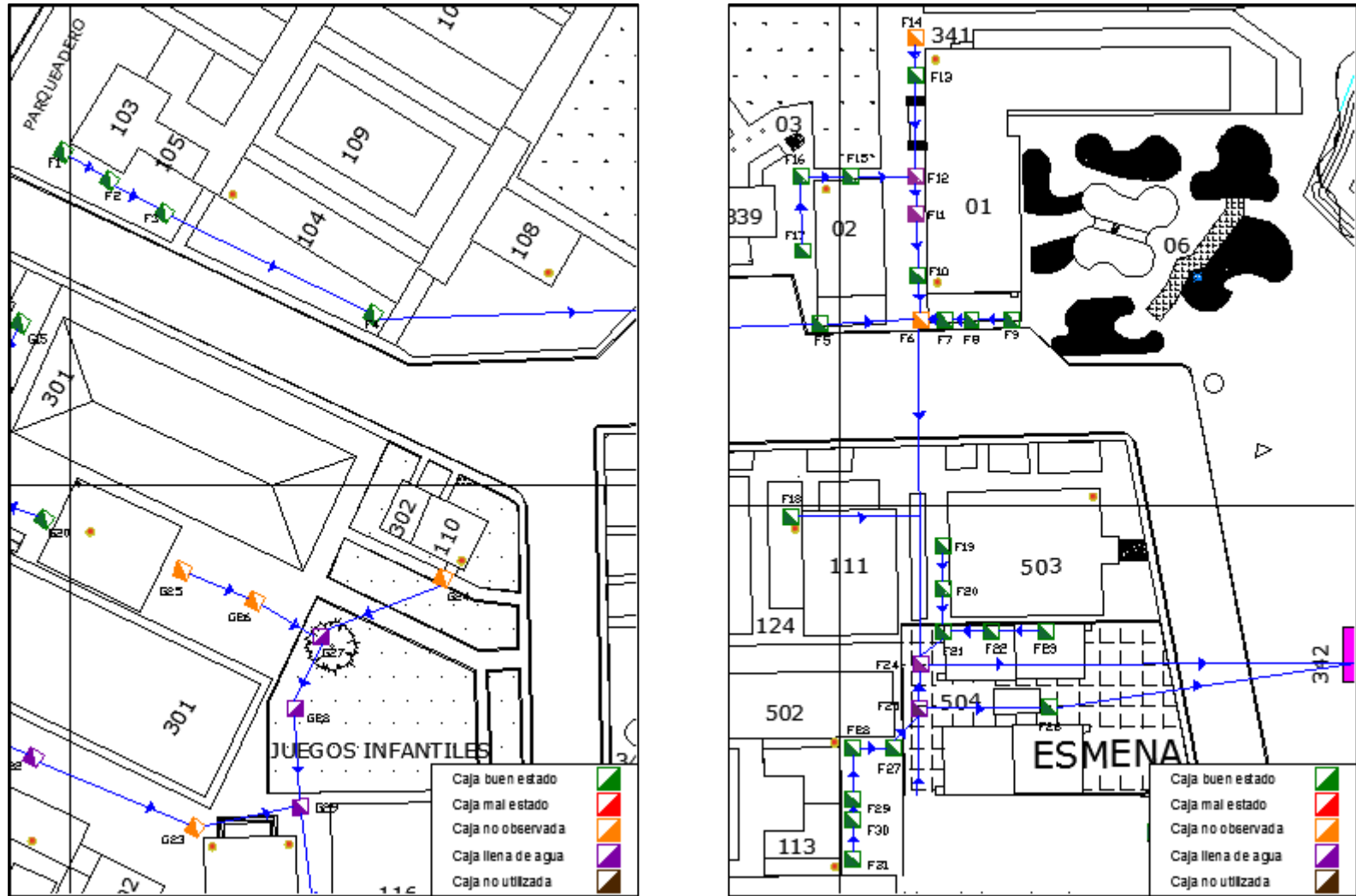


Figura 11.44 Análisis del ramal "F"

Fuente: Base Naval Norte, 2016

CAJAS CON PROBLEMAS

Leyenda para el plano

- Cajas en buen estado: Color Verde
- Cajas en mal estado: Color rojo
- Cajas no Observadas: Color Anaranjado
- Cajas llenas de agua: Color morado

F6 PERTENECIENTE AL RAMAL F



Figura 11.45 Caja sellada

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

F14 PERTENECIENTE AL RAMAL F



Figura 11.46 Tapa da caja al mismo nivel del piso

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

F18 PERTENECIENTE AL RAMAL F



Figura 11.47 Difícil abrir caja

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

F24 PERTENECIENTE AL RAMAL F



Figura 11.48 Se evidenció la presencia de peces en esta caja.

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

F25 PERTENECIENTE AL RAMAL F



Figura 11.49 Acumulación de agua en la caja

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

RAMAL "G"

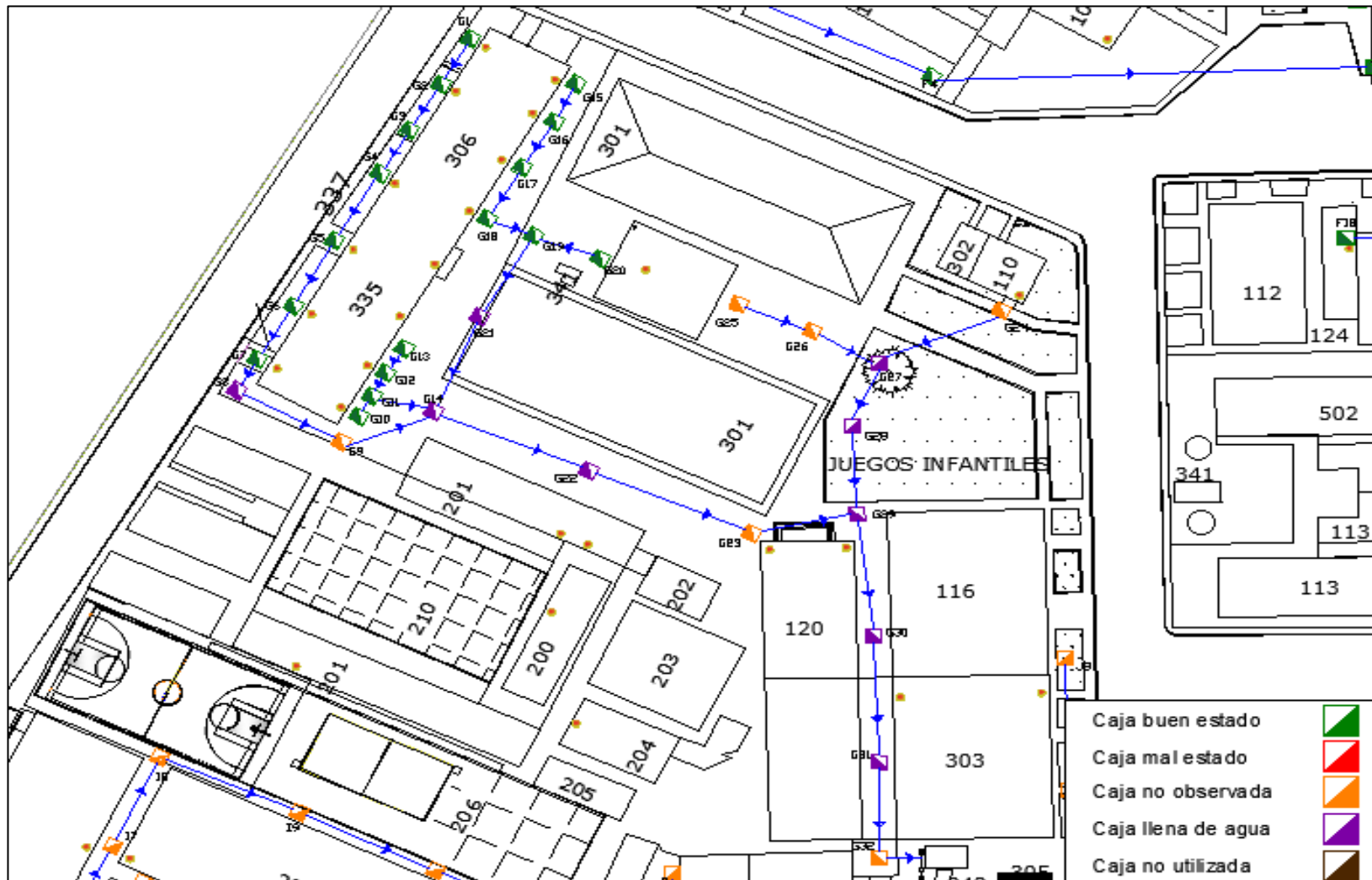


Figura 11.50 Análisis del ramal "G"

Fuente: Base Naval Norte, 2016

Uno de los ramales más extensos fueron los ramales G, no se pudo levantar mucha información de las cotas por no contar con los implementos ni la mano de obra necesaria, el ramal G comienza en el hospital y termina en el pozo séptico a lado del comedor el cual después es bombeado a un nuevo pozo creado en el 2016, cual se conecta al final con el pozo principal.

G3 PERTENECIENTE AL RAMAL G



Figura 11.51 Caja de registro colapsada

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

G18 PERTENECIENTE AL RAMAL G



Figura 11.52 Caja de registro colapsada

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

RAMAL "H"

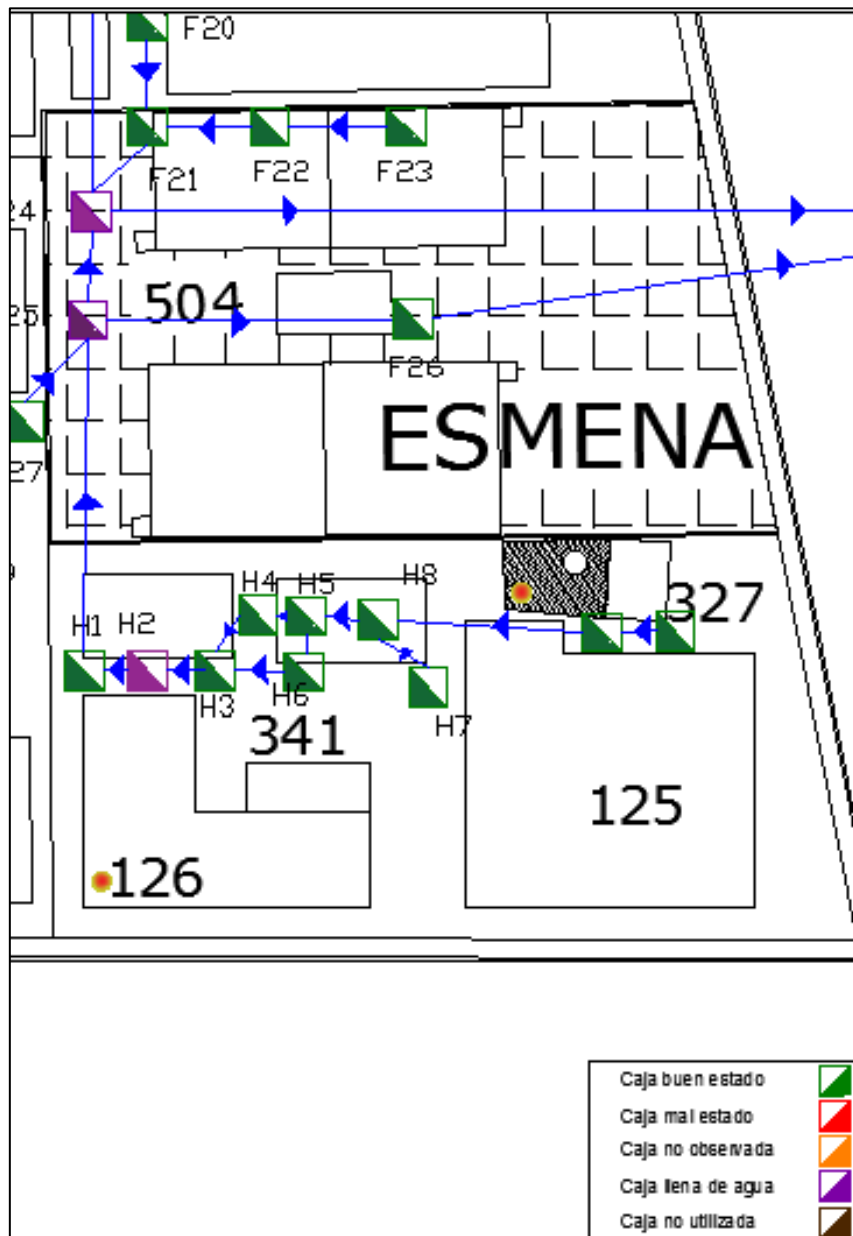


Figura 11.53 Análisis del ramal "H"

Fuente: Base Naval Norte, 2016

El ramal "H" abarca el área de ESMENA (Escuela de la Marina Mercante Nacional) dentro de esta área encontramos edificio Entrepunto de mujeres y la estación de radio.

H2 PERTENECIENTE AL RAMAL H



Figura 11.54 Se evidencia empozamiento de aguas servidas

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 11.7: Análisis de cotas obtenidas según las cajas de AA.SS.

# En El Plano	Descripción	Lectura	Hi	(-)	Cota	Obs.
H	1	Z1	1,711	1,711	3,704	
		Z2	2,341	2,341	3,074	
H	2	A1	2,11	2,11	3,305	
		A2	1,75	1,75	3,665	
		A3	2,194	2,194	3,221	
		A4	1,535	1,535	3,880	
H	3	B1	2,085	2,085	3,330	
		B2	1,737	1,737	3,678	
		B3	1,588	1,588	3,827	
		B4	1,902	1,902	3,513	
		B5	2,08	2,08	3,335	
H	4	C1	1,891	1,891	3,524	
		C2	1,888	1,888	3,527	
H	5	D1	1,711	1,711	3,704	
		D2	1,704	1,704	3,711	
		D3	1,617	1,617	3,798	
H	6	E1	1,517	1,517	3,898	
		E2	1,465	1,465	3,950	

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

RAMAL "I y J"

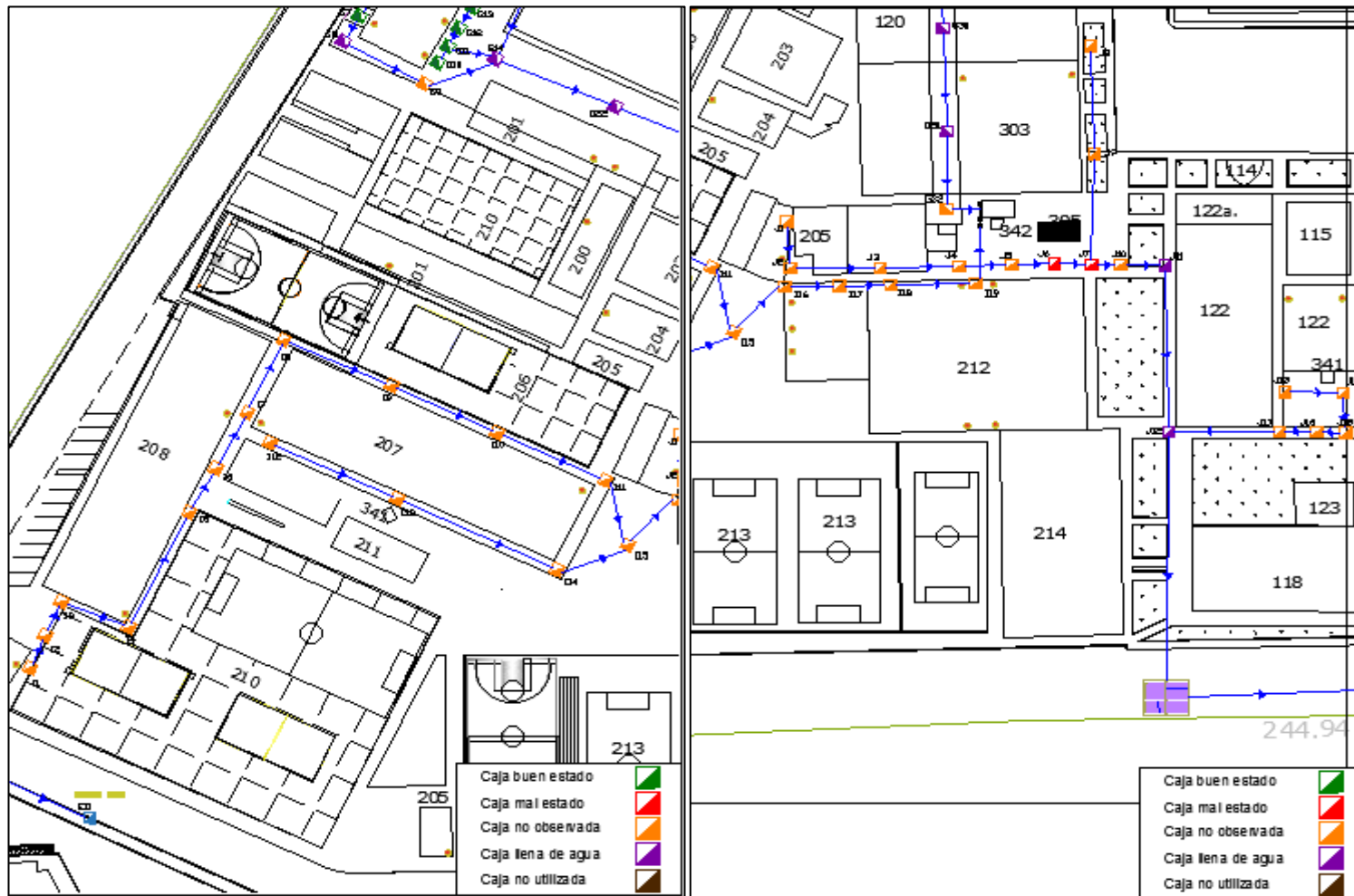


Figura 11.55 Análisis del ramal I y J

Fuente: Base Naval Norte, 2016

El ramal “I” abarca la mayoría del sector del colegio, esta institución educativa pasa operando en los horarios matutino y vespertino por lo que, no se pudo abrir ninguna de las cajas de registro, pero si seguir su posible dirección del agua.

Mientras el ramal J recolecta las AASS de los camarotes, pero tampoco se pudo obtener mucha información por no ser capaz de abrir las cámaras de registro. Las pocas cámaras que se lograron inspeccionar y observar la problemática son las siguientes.

RAMAL “K”

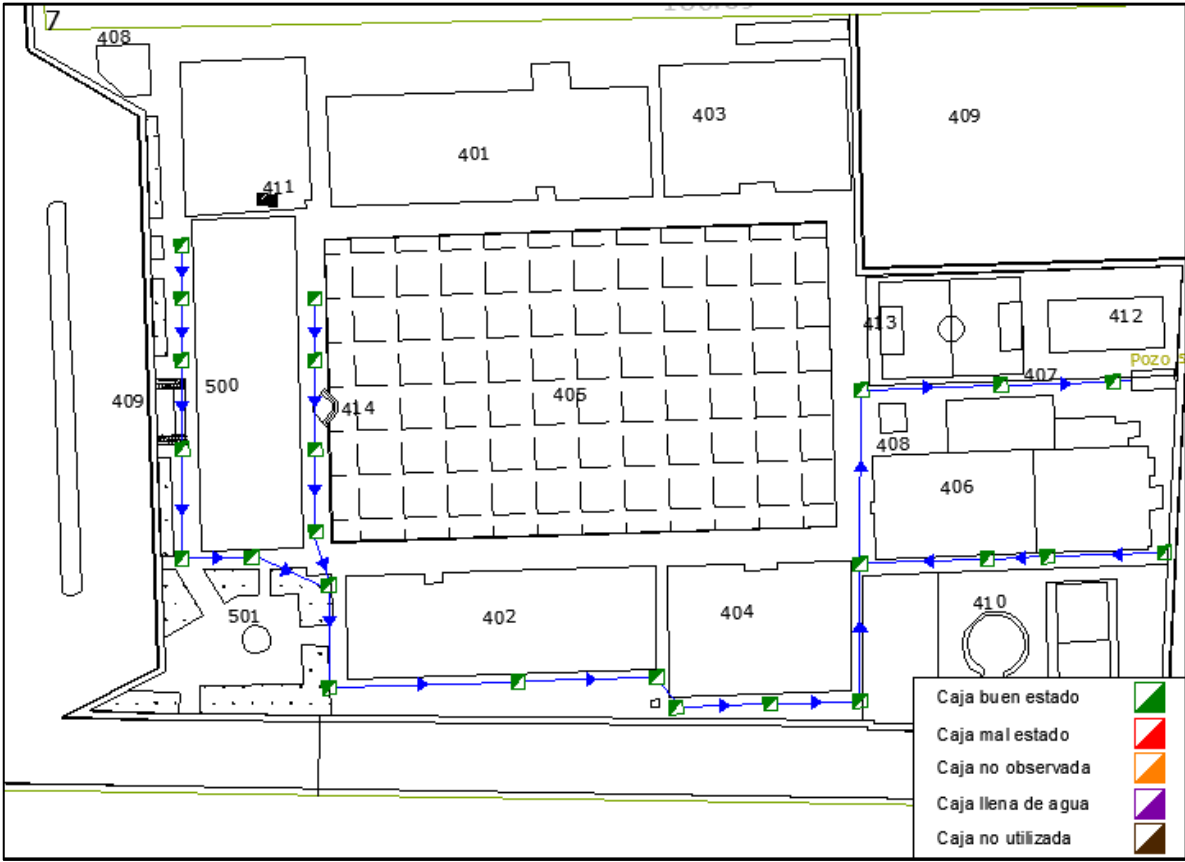


Figura 11.56 Análisis del ramal “K”

Fuente: Base Naval Norte, 2016

11.4 ANEXO D

Tabla 11.8 Datos para el diseño de conexión de los pozos parte 1

TABLA DE DATOS						
# EN EL PLANO	DESCRIPCIÓN	(+)	Hi	(-)	COTA	OBSERVACIONES
E1			4,101			
	BM BASE	1,687			2,414	
Cámara 1	Cámara 1			1,491	2,610	
	Cámara 2			1,485	2,616	
	1			1,542	2,559	
	2			1,535	2,566	
	4			1,533	2,568	
	5			1,869	2,232	
	6			1,982	2,119	
	7			1,783	2,318	
	8			1,842	2,259	
	9			1,523	2,578	
	10			1,426	2,675	
	12			1,755	2,346	
	14			1,616	2,485	
	punto de cambio 1			1,735	2,366	
E2			3,788			
	punto de cambio 1	1,422			2,366	
	11			1,391	2,397	
	13			1,351	2,437	
	15			1,518	2,270	
	16			1,451	2,337	
	17			1,575	2,213	
	punto de cambio 2			1,322	2,466	
E3			3,836			
	punto de cambio 2	1,37			2,466	
	18			1,5	2,336	
	19			1,545	2,291	
	20			1,6	2,236	
	21			1,524	2,312	
	22			1,57	2,266	
	23			1,586	2,250	
	24			1,351	2,485	

	25			1,409	2,427
	26			1,449	2,387
	punto de cambio 3			1,258	2,530
E4			4,150		
	punto de cambio 3	1,62			2,530
	27			1,963	2,187
	28			1,813	2,337
	29			1,76	2,390
	30			2,061	2,089
	31			2,111	2,039
	32			2,03	2,120
	punto de cambio 4			1,915	1,873
E5			3,241		
	punto de cambio 4	1,368			1,873
	BM ARBITRARIO			1,331	1,910

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

Tabla 11.9 Datos para el diseño de conexión de los pozos parte 2

TABLA DE DATOS						
# EN EL PLANO	DESCRIPCIÓN	(+)	Hi	(-)	COTA	OBSERVACIONES
E5			3,379			
	BM ARBITRARIO	1,469			1,910	
	Cámara 1			1,33	2,049	
	Cámara 2			1,33	2,049	
	33			1,534	1,845	
	34			1,518	1,861	
	35			1,387	1,992	
	36			1,349	2,030	
	punto de cambio 5			1,191	2,188	
E6			3,418			
	punto de cambio 5	1,23			2,188	
	37			1,315	2,103	
	38			1,353	2,065	
	39			1,504	1,914	
	40			1,473	1,945	

	41			1,261	2,157
	42			1,639	1,779
	43			1,491	1,927
	44			1,21	2,208
	45			1,72	1,698
	46			1,87	1,548
	47			1,751	1,667
	punto de cambio 6			1,512	1,906
E7			3,317		
	punto de cambio 6	1,411			1,906
	Cámara 1			1,215	2,102
	Cámara 2			1,21	2,107
	Cámara 3			1,29	2,027
	Cámara 4			1,286	2,031

Fuente: Aquino, J. & Quintuña, L., 2018.

11.5 ANEXO E

COTIZACIÓN PARA ALTERNATIVA 1



Soluciones Industriales
Inducom
www.inducom-ec.com

COTIZACIÓN No.

00052204

MAPASINGUE OESTE 3RA AV. No. 114 VIA DAULE KM 4.5
RUC: 0992376538001
PBX GYE: 6026390

SUC. QUITO: 04 6026390

Cliente: 0 - CONSUMIDOR FINAL R.U.C.: - Teléfono: - Dirección: VENTAS EN OFICINA	Fecha: Guayaquil, 27 agosto 2018 Contacto: PUBLICO EN GENERAL Atención: LARRY QUINTUÑA Ciudad:
---	---

Tenemos el agrado de poner a vuestra consideración los precios de los siguientes equipos/servicios.

REFERENCIA: BOMBA SUMERGIBLE TIPO CAMPANA

ITEM	DESCRIPCION	CANT	PRECIO	DESC	TOTAL
1	BCEBU02680 B.S. 3F A/INOX EBARA DW 2008 2 HP 220/60hz MARCA: EBARA (ITALIA) MODELO: DW VOX 2008 CARCAZA: Acero Inoxidable AISI 304 IMPELLER: Acero Inoxidable AISI 304 CONEXION DE SUCCION: 2 " NPT CONEXIÓN DE DESCARGA: 2" NPT CAUDAL: 100 GPM PRESIÓN: 11 m.c.a (15 psi) TEMPERATURA: Hasta 40°C SELLO MECÁNICO: Cerámica/ Carbón/ NBR MOTOR ELECTRICO: POTENCIA: 2 HP (220V) 3F / 60Hz / TEFC VELOCIDAD DE OPERACIÓN: 3600 RPM	1.00	2,030.440	25 %	1,522.830
2	BCEBU02700 B.S. 3F. A/INX EBARA DW 3008 3HP 2PULG 220V 60HZ MARCA: EBARA / ITALIA MODELO: DW 3008 CUERPO: ACERO INOXIDABLE 304 IMPELLER: ACERO INOXIDABLE 304 SIZE: 2" BRIDADA CAUDAL MAX: 54M3/H (238 GPM) PRESION MAX: 22.5 m ESTANQUEIDAD DEL EJE: SELLO MECÁNICO TEMPERATURA MAX: 40°C SÓLIDOS: 50 mm max. MOTOR ELECTRICO: POTENCIA: 3 HP (220V) 3F / 60Hz / TEFC VELOCIDAD DE OPERACIÓN: 3450 RPM	1.00	2,167.800	25 %	1,625.850

Figura 11.57 Cotización para bomba sumergible

Fuente: Inducom, 2018

Submersible sewage pump made of stainless steel AISI 304, with double mechanical seals ensure long life and reliability. Suitable for sewage and dirty water systems with solids. Applications include remote sewage stations for housing developments, pubs, hotels and restaurants, and water displays. Options include with - without float switch. Solids handling upto 50 mm.



SPECIFICATIONS

- Maximum liquid temperature: 40°C
- Maximum immersion: 10 m
- Maximum passage of solids: 50 mm

MATERIALS

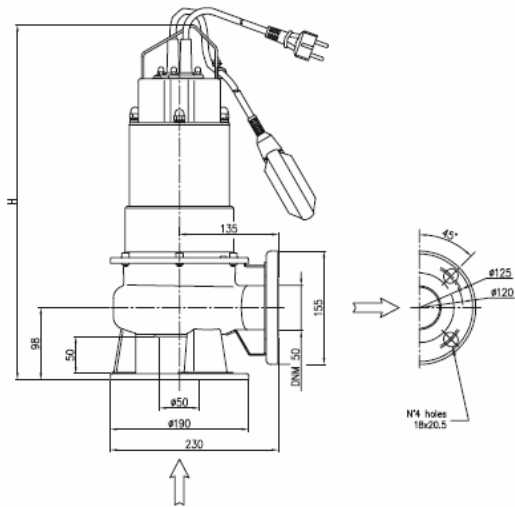
- Pump casing, impeller, cover, casing cover and motor casing in AISI 304
- Shaft in AISI 303
- Double mechanical seal with interposed oil chamber: upper in carbon/ceramic/NBR, lower in Sic/SiC/NBR

TECHNICAL DATA

- Asincronous 2 poles motor
- Insulation class F
- Protection degree IP X8
- Single-phase standard voltage: 220-230V $\pm 6\%$
110-115V $\pm 6\%$
(up to 0,75 kW)
- Three-phase standard voltage: 220V -6% + 10%
380V -6% +10%
440-480V $\pm 6\%$
- Permanent split capacitor and automatic thermal overload protection for single-phase version
- Thermal protection to be provided by the user for three-phase version
- DNM 50-DNM 2"

Figura 11.58 Especificación de bomba sumergible

Fuente: (Dal Pozzolo, 2018)

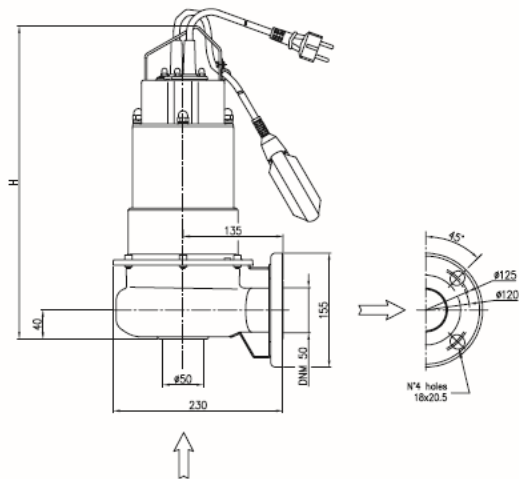


DIMENSIONAL

Pump type	H [mm]		Weight [kg]	
	1~	3~	1~	3~
DWF 756	485	485	16	14,5
DWF 1006	515	485	18	16
DWF 1506	515	515	20	18
DWF 2006	609	515	22	20
DWF 3006	-	545	-	26

Figura 11.59 Dimensión de bomba sumergible DWF

Fuente: (Dal Pozzolo, 2018)



DIMENSIONAL

Pump type	H [mm]		Weight [kg]	
	1~	3~	1~	3~
DWFZ 756	427	427	15,5	14
DWFZ 1006	457	427	17,5	15,5
DWFZ 1506	457	457	19,5	17,5
DWFZ 2006	551	457	21,5	19,5
DWFZ 3006	-	487	-	25,5

Figura 11.60 Dimensión de bomba sumergible DWFZ

Fuente: (Dal Pozzolo, 2018)

PERFORMANCE CURVES (according to ISO 9906 Annex A)

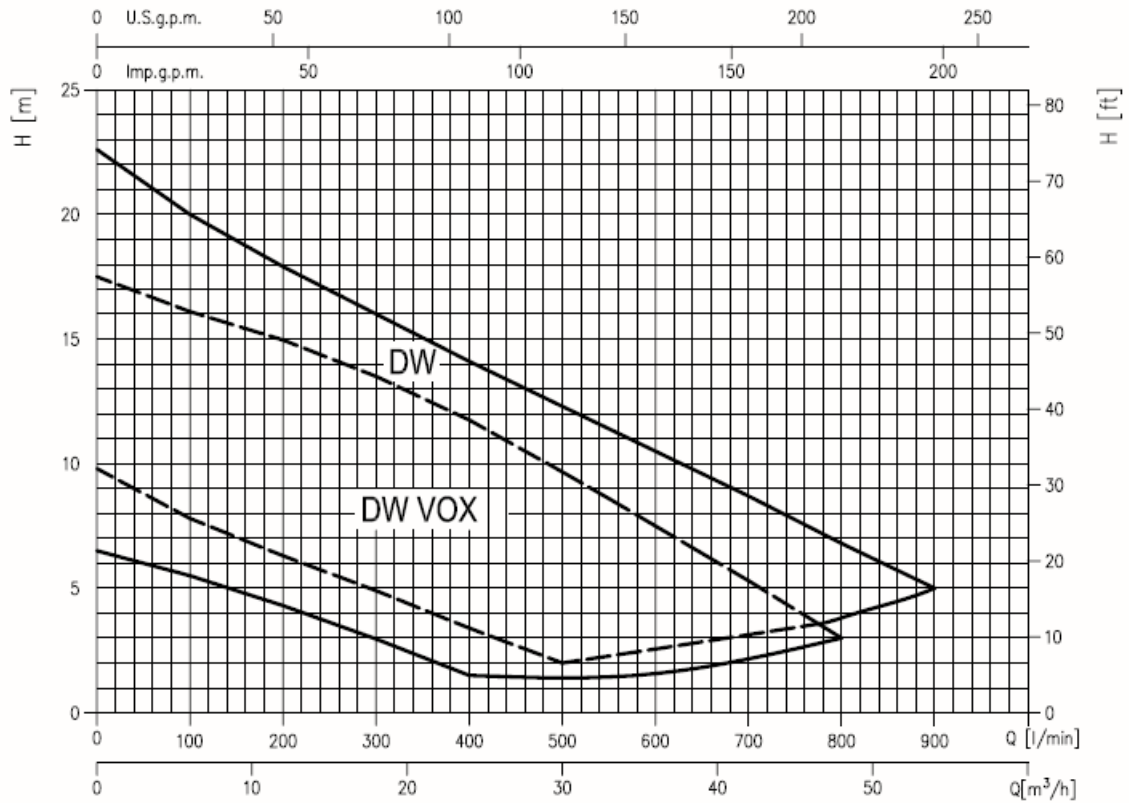


Figura 11.61 Curvas de desempeño

Fuente: (Dal Pozzolo, 2018)

PERFORMANCE TABLE

Pump type	Output		Q=Capacity												
			[l/min	0	100	200	300	400	500	550	600	650	700	800	900
kW	HP	[m ³ /h]	0	6	12	18	24	30	33	36	39	42	48	54	
			H=Total manometric head in meters												
DW 756	0,55	0,75	9,8	7,8	6,3	4,9	3,4	2	-	-	-	-	-	-	
DW 1006	0,75	1	12,3	10,2	8,7	7,2	5,7	4,2	3,4	2,7	-	-	-	-	
DW 1506	1,1	1,5	14,3	12	10,2	8,6	7,2	5,6	4,8	4	3,2	-	-	-	
DW 2006	1,5	2	18,8	16,2	14,0	12,2	10,4	8,8	7,9	7,1	6,2	5,4	3,7	-	
DW 3006	2,2	3	22,6	20	17,9	16	14,1	12,3	11,4	10,5	9,6	8,7	6,8	5	
DW VOX 756	0,55	0,75	6,5	5,5	4,3	3	1,5	-	-	-	-	-	-	-	
DW VOX 1006	0,75	1	8,7	7,7	6,5	5,1	3,4	1,5	-	-	-	-	-	-	
DW VOX 1506	1,1	1,5	10,8	10	9	7,5	5,8	3,7	2,7	-	-	-	-	-	
DW VOX 2006	1,5	2	14,5	13,2	12,2	10,9	9,1	7,1	6	4,9	3,8	2,6	-	-	
DW VOX 3006	2,2	3	17,5	16,1	15	13,5	11,8	9,7	8,6	7,5	6,4	5,3	3	-	

Figura 11.62 Tabla de rendimiento

Fuente: (Dal Pozzolo, 2018)

PERFORMANCE CURVES DW (according to ISO 9906 Annex A)

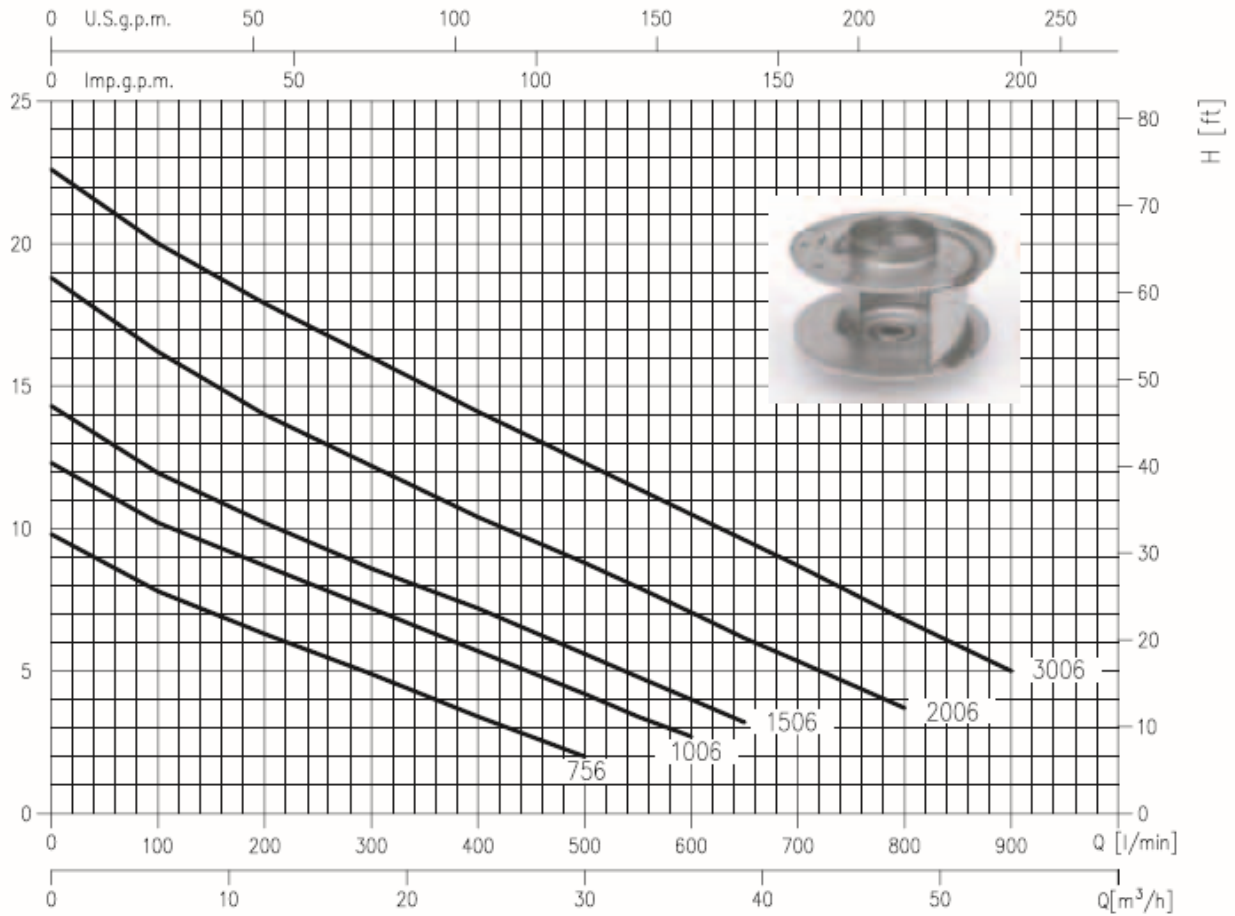


Figura 11.63 Curvas de desempeño DW

Fuente: (Dal Pozzolo, 2018)

TECHNICAL DATA

DW													
Pump type		Output		Capacitor				Absorbed current [A]					
Single-phase 60Hz	Three-phase 60Hz	kW	HP	110-115 V		220-230 V		Single-phase		Three-phase			
				μF	Vc	μF	Vc	110-115 V	220-230 V	220 V	380 V	440-460 V	
DW M 756	DW 756	0,55	0,75	55	250	20	450	8,3	4,3	3	1,7	1,4	
DW M 1006	DW 1006	0,75	1	80	250	25	450	10,8	6	3,7	2,3	1,9	
DW M 1506	DW 1506	1,1	1,5	-	-	31,5	450	-	6,5	4,8	2,8	2,3	
DW M 2006	DW 2006	1,5	2	-	-	50	450	-	9,1	7	3,9	3,2	
-	DW 3006	2,2	3	-	-	-	-	-	-	7,9	4,6	4,2	

Figura 11.64 Tabla de rendimiento DW

Fuente: (Dal Pozzolo, 2018)

PERFORMANCE CURVES DW VOX (according to ISO 9906 Annex A)

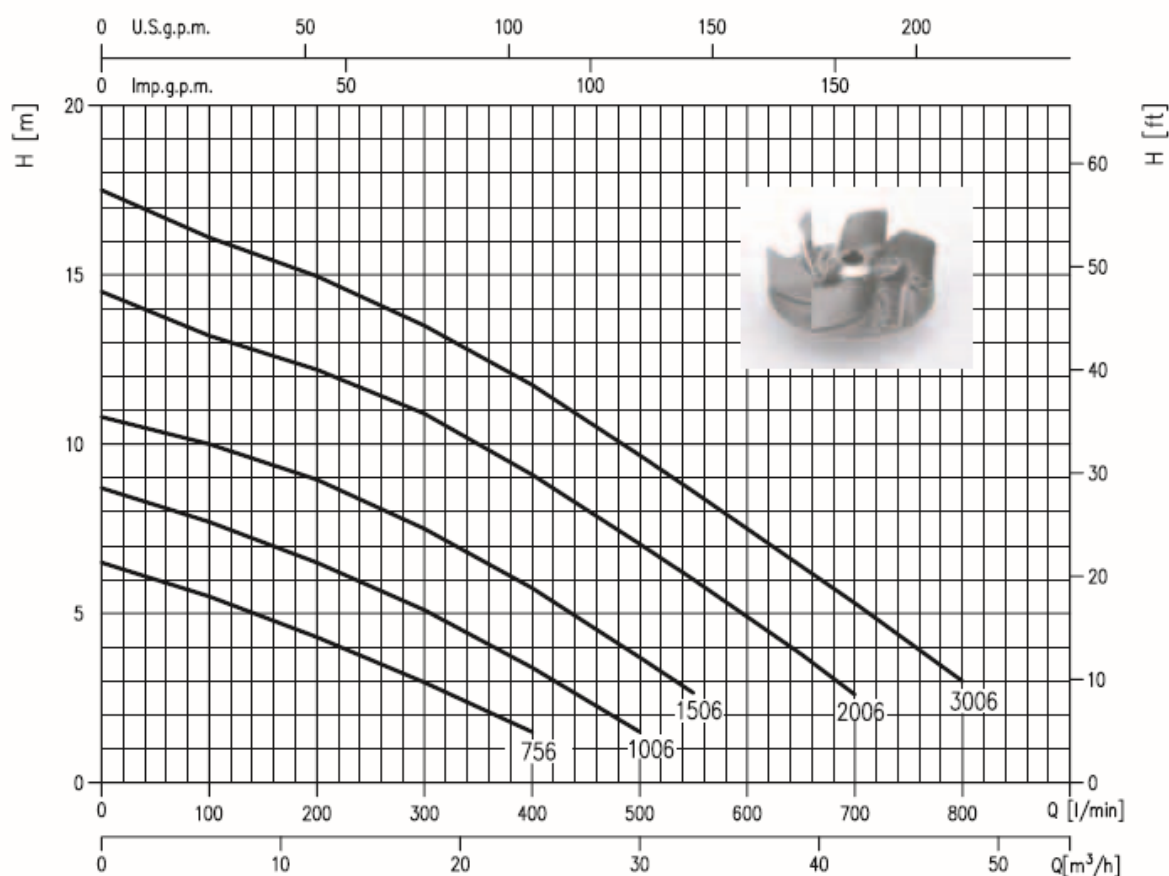


Figura 11.65 Curvas de desempeño DW VOX

Fuente: (Dal Pozzolo, 2018)

TECHNICAL DATA

DW VOX												
Pump type		Output		Capacitor				Absorbed current [A]				
Single-phase 60Hz	Three-phase 60Hz	kW	HP	110-115 V		220-230 V		Single-phase			Three-phase	
				μF	Vc	μF	Vc	110-115 V	220-230 V	220 V	380 V	440-460 V
DW VOX M 756	DW VOX 756	0,55	0,75	55	250	20	450	8,3	4,4	3	1,6	1,3
DW VOX M 1006	DW VOX 1006	0,75	1	80	250	25	450	11	6,5	4,2	2,4	2
DW VOX M 1506	DW VOX 1506	1,1	1,5	-	-	31,5	450	-	7,5	5,1	3	2,5
DW VOX M 2006	DW VOX 2006	1,5	2	-	-	50	450	-	11,1	7,3	4,4	3,6
-	DW VOX 3006	2,2	3	-	-	-	-	-	-	8	4,6	4,2

Figura 11.66 Tabla de rendimiento DW VOX

Fuente: (Dal Pozzolo, 2018)

11.6 ANEXO F

COTIZACIÓN PARA ALTERNATIVA 2: PLANTA DE TRATAMIENTO



COTIZACIÓN No.

00050156

KM. 4 1/2 VIA DAULE CALLE 4TA. 100 MT.AV.FERNANDEZ
 RUC: 0992376538001
 PBX GYE: 6026390

SUC. QUITO: 6026390

Cliente: 0 - CONSUMIDOR FINAL	Fecha: Guayaquil, 07 junio 2018
R.U.C.: -	Contacto: PUBLICO EN GENERAL
Teléfono: -	Atención:
Dirección: VENTAS EN OFICINA	Ciudad:

Tenemos el agrado de poner a vuestra consideración los precios de los siguientes equipos/servicios.

REFERENCIA: BOMBAS CENTRIFUGA EBARA

ITEM		DESCRIPCION	CANT	PRECIO	DESC	TOTAL
1	BCEBU01718	B.C.3F EBARA 3D32-160/4.08-5HP -220/380-480V-HF/IN	2.00	1,058.830	25 %	1,588.245
2	BCEBU02388	B. CENTRIF. 3F EBARA JEX 808 220-380V /60	2.00	484.270	25 %	726.405
3	BCEBU00785	B.C. 1F EBARA H/F CMA/A 208 M 2HP 220V-60HZ	2.00	566.090	25 %	849.135
4	BCEBU00815	B. C 3F EBARA H/F CMB/E 308 T 3HP 220/380	1.00	623.380	25 %	467.535
5	BLTH0T01500	BLOWER GB-1500S 2HP 60HZ 220/440/480	1.00	650.000	25 %	487.500

CONDICIONES GENERALES DE VENTAS

VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DIAS
TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA, EXCEPTO ITEM 5 (8 SEMANAS POR IM
FORMA DE PAGO: Contado -

SUBTOTAL:	4,118.82
IVA(+):	494.26
TOTAL:	4,613.08

*Recordamos a nuestros clientes que los pagos los puede realizar por transferencia o cheque a nombre de **Inducom S.A.**

*Cualquier información adicional no dude en contactarnos, con gusto lo ayudaremos.

*** Su descuento en esta Cotización es de: \$1,372.94 ***

Si esta cotización es aceptada por favor copiar su orden de compra via electrónica al correo: ventas1@inducom-ec.com

Atentamente,

SUCURSAL GUAYAQUIL

Ext:

Móvil:

E-mail:

Figura 11.67 Cotización de bombas centrífuga

Fuente: Inducom, 2018

11.7 ANEXO G

SISTEMA EXISTENTE DE ALCANTARILLADO PLUVIAL



Figura 11.68 Ubicación de las redes de los sistemas existentes

Fuente: Interagua C. LTDA, 2018

SISTEMA EXISTENTE DE AGUA POTABLE



Figura 11.69 Ubicación de las redes de los sistemas existentes de agua potable

Fuente: Interagua C. LTDA, 2018

SISTEMA EXISTENTE DE ALCANTARILLADO SANITARIO

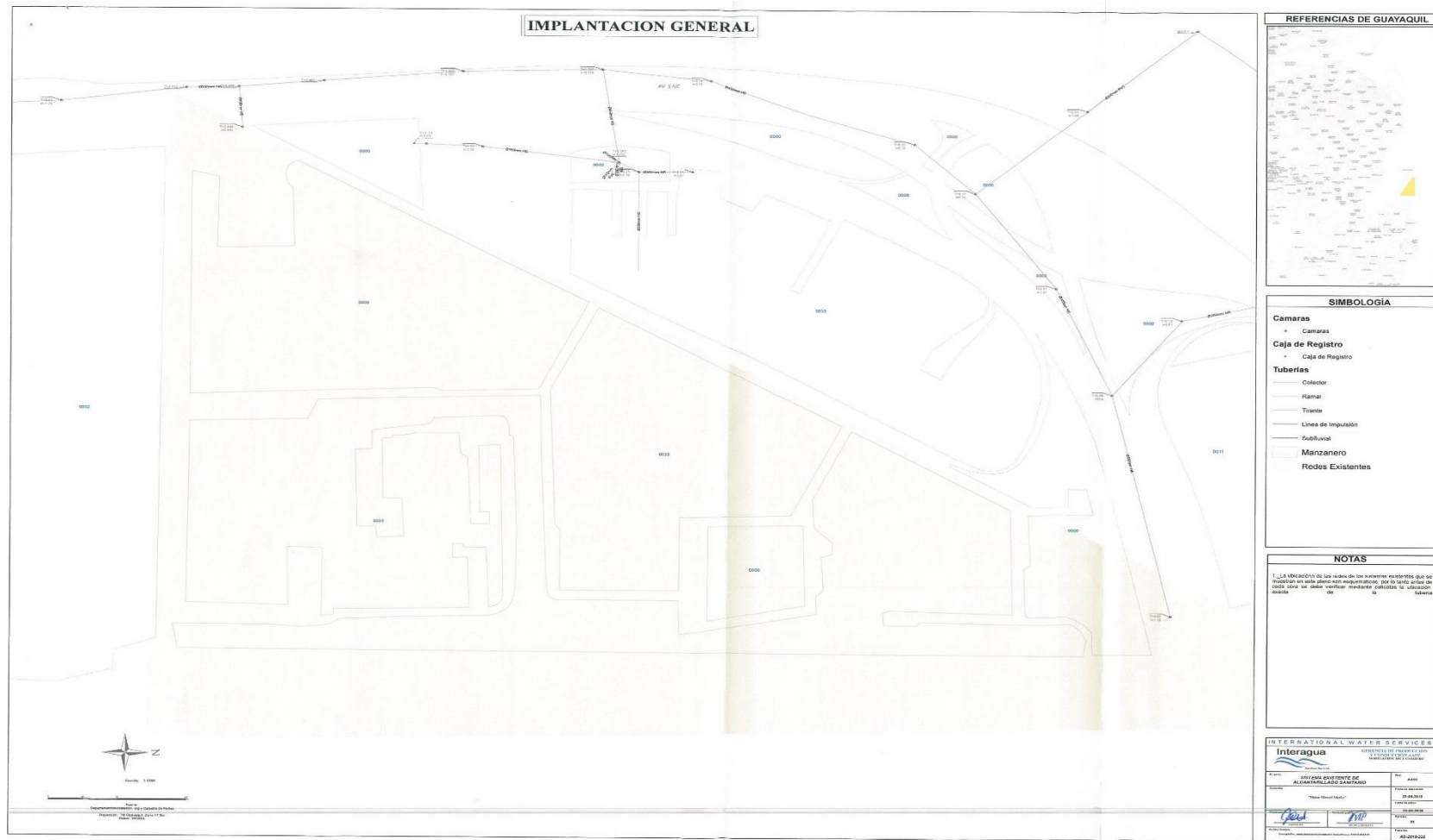


Figura 11.70 Ubicación de las redes de los sistemas existentes de alcantarillado sanitario

Fuente: Interagua C. LTDA, 2018