



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA

**ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD EN EL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE
MILAGRO**

TUTOR

ING.MARÍA ALEJANDRA BORBOR BAJAÑA

AUTORES

BERNI ARIEL MORA CASTRO

LUIS ADRIÁN VILLACÍS GARCIA

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Análisis de prefactibilidad en el sistema de alcantarillado sanitario en la universidad estatal de milagro

AUTOR/ES:

Berni Ariel Mora Castro
Luis Adrián Villacís García

TUTOR:

Ing. María Alejandra Borbor Bajaña

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS: 141

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Alcantarillado Sanitario, Caudal de Aguas Servidas, Presupuesto, Cálculos Hidráulicos.

RESUMEN:

La presente tesis se basa en el Análisis de Prefactibilidad de un Sistema de alcantarillado sanitario en la Universidad Estatal de Milagro, consiste en analizar las infraestructuras hidráulicas que están inmersas en el área de estudio de la Zona Norte.

En primer lugar, se realizó la recolección de datos en campo por medio de encuestas dirigida a los alumnos, haciendo énfasis a la problemática que se presenta en el sitio. Además, mediante un levantamiento planímetro se corroboró identificar su variación de cotas en cada cámara de inspección y caja de revisión,

para determinar su bajo nivel de descarga de las Aguas residuales a la red municipal del cantón Milagro.

Con la técnica aplicada anteriormente se procede a desarrollar los cálculos hidráulicos con sus respectivas fórmulas en cada edificación a proyectarse, así concluir con su caudal de diseño y en los diámetros en las tuberías. Por lo tanto, con el rediseño en las ramificaciones de cada infraestructura determinamos que se pueden optimizar tramos a la red establecida. De manera que, influye en su costo referencial de la obra destinada en la implementación del nuevo sistema.

Es decir, con nuestro rediseño minimiza su cantidad del presupuesto en el rendimiento y materiales que son utilizados en la construcción. Para finalizar, el estudio propuesto será de gran importancia para posibles requerimientos que intervengan en la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario y a futuras generaciones que sirva como una guía en sus proyectos universitarios, brinden sus conocimientos sobre el tema planteado.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Berni Ariel Mora Castro Luis Adrián Villacís Garcia	Teléfono: 0978785493 0978936091	E-mail: bmoraca@ulvr.edu.ec lvillacisg@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ph.D Marcial Calero Amores Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Jorge Torres Rodríguez Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: etorresr@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

PLAGIO_BERNI MORA_VILLACIS LUIS.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%	3%	0%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	vsip.info Fuente de Internet	1%
2	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
3	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1%
6	www.madreselva.com.gt Fuente de Internet	<1%
7	www.proddel.org Fuente de Internet	<1%
8	helvia.uco.es Fuente de Internet	<1%
9	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	

<1 %

10 www.maderplast.com
Fuente de Internet

<1 %

11 www.portalminero.com
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado



Firmado electrónicamente por:
**JORGE ENRIQUE
TORRES RODRIGUEZ**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El(Los) estudiante(s) egresado(s) **BERNI ARIEL CASTRO MORA, VILLACÍS GARCIA LUIS ADRIÁN**, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma:



MORA CASTRO BERNI ARIEL

C.I. 0951245646

Firma:



VILLACÍS GARCIA LUIS ADRIÁN

C.I. 1250399472

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de **INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN** de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**, presentado por el (los) estudiante (s) **BERNI ARIEL MORA CASTRO y LUIS ADRIÁN VILLACÍS GARCIA** como requisito previo, para optar al Título de (**INGENIERO CIVIL**), encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**JORGE ENRIQUE
TORRES RODRIGUEZ**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y fuerzas para hoy en día poder culminar la etapa universitaria. A mis padres, pilares fundamentales de mi vida, gracias por su incondicional apoyo, amor y sacrificio. Su guía y motivación me han inspirado a superar obstáculos y a seguir adelante en momentos de duda.

A mis docentes, gracias por compartir su sabiduría, experiencia y pasión por la Ingeniería Civil. Su dedicación y orientación me han permitido crecer como profesional y como persona. A mis compañeros, gracias por su amistad, colaboración y apoyo.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi Padre “Berni Mora Escobar”, a mi madre “Rosa Castro Mérelo”, quienes han hecho un gran esfuerzo para ayudarme a poder culminar con éxito mis estudios.

Esta carrera me ha enseñado que en la vida tenemos altas y bajas, pero gracias a dios tengo el cariño y apoyo de mis padres que me ha permitido seguir estudiante ante todas las adversidades.

MORA CASTRO BERNI ARIEL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en toda la etapa de mi carrera, con el apoyo de mis padres porque ellos estuvieron a mi lado en todo momento brindando sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanos por sus palabras de motivación para formarme como un profesional.

A agradecer a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil por abrirme sus puertas para adquirir los conocimientos necesarios que brindan cada uno de los docentes. A la Facultad de ingeniería Industria y Construcción, Carrera de Ingeniería Civil en todo momento se presenta con nuevas ideas innovadoras que son de gran utilidad y para poder aplicarlo en el campo laboral.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mi Padre “Fernando Villacís”, a mi madre “Mariana Garcia”, gracias a su esfuerzo a diario me permite culminar mis estudios. Lo cual he cursado por muchos obstáculos para poder superarme durante toda mi trayectoria Universitaria.

Desde el primer momento que ingresé a la Institución se preocuparon por mi educación, así poder alcanzar mi meta propuesta que lo he llevado con el compromiso y de dedicación para cumplir con objetivo ser un profesional en la construcción.

VILLACÍS GARCIA LUIS ADRIÁN

RESUMEN – ABSTRACT

La presente tesis se basa en el Análisis de Prefactibilidad de un Sistema de alcantarillado sanitario en la Universidad Estatal de Milagro, consiste en analizar las infraestructuras hidráulicas que están inmersas en el área de estudio de la Zona Norte.

En primer lugar, se realizó la recolección de datos en campo por medio de encuestas dirigida a los alumnos, haciendo énfasis a la problemática que se presenta en el sitio. Además, mediante un levantamiento planímetro se corroboró identificar su variación de cotas en cada cámara de inspección y caja de revisión, para determinar su bajo nivel de descarga de las Aguas residuales a la red municipal del cantón Milagro.

Con la técnica aplicada anteriormente se procede a desarrollar los cálculos hidráulicos con sus respectivas fórmulas en cada edificación a proyectarse, así concluir con su caudal de diseño y en los diámetros en las tuberías. Por lo tanto, con el rediseño en las ramificaciones de cada infraestructura determinamos que se pueden optimizar tramos a la red establecida. De manera que, influye en su costo referencial de la obra destinada en la implementación del nuevo sistema.

Es decir, con nuestro rediseño minimiza su cantidad del presupuesto en el rendimiento y materiales que son utilizados en la construcción. Para finalizar, el estudio propuesto será de gran importancia para posibles requerimientos que intervengan en la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario y a futuras generaciones que sirva como una guía en sus proyectos universitarios, brinden sus conocimientos sobre el tema planteado.

(Palabras claves - Alcantarillado Sanitario, Caudal de Aguas Servidas, Presupuesto, Cálculos Hidráulicos.)

ABSTRACT

This thesis is based on the Prefeasibility Analysis of a Sanitary Sewage System at the State University of Milagro, it consists of analyzing the hydraulic infrastructures that are immersed in the study area of the Northern Zone.

Firstly, data collection was carried out in the field through surveys directed at the students, emphasizing the problems that arise on the site. In addition, through a planimeter survey, it was confirmed to identify the variation in elevations in each inspection chamber and inspection box, to determine its low level of wastewater discharge to the municipal network of the Milagro canton.

With the previously applied technique, the hydraulic calculations are developed with their respective formulas in each building to be planned, thus concluding with its design flow and the diameters in the pipes. Therefore, with the redesign of the ramifications of each infrastructure we determined that sections of the established network can be optimized. So, it influences the referential cost of the work intended for the implementation of the new system.

That is, with our redesign you minimize your budget amount on performance and materials that are used in construction. Finally, the proposed study will be of great importance for possible requirements that intervene in the implementation of a sanitary sewage system and for future generations that serves as a guide in their university projects, providing their knowledge on the topic raised.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	2
1.1 Tema:	2
1.2 Planteamiento del Problema:	2
1.3 Formulación del Problema:	3
1.4 Objetivo General	3
1.5 Objetivos Específicos	3
1.6 Idea a Defender	4
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad	4
CAPÍTULO II	5
2.1. Marco Referencial	5
2.1.1. Marco Teórico	5
2.1.2. Bases Teóricas	7
2.1.2.1. Ubicación del proyecto	7
2.1.3. Sistemas de Alcantarillados Sanitario	7
2.1.3.1. Componentes de un sistema de alcantarillado	8
2.1.3.2. Desarrollo Urbano	8
2.1.4. Parámetros de aguas residuales	9
2.1.4.1. Aguas Domésticas	11
2.1.4.2. Aguas Industriales	12
2.1.5. Sistema de alcantarillado Convencional	12
2.1.5.1. Tipos de alcantarillados	12
2.1.5.2. Sistema de alcantarillado no Convencional:	14
2.1.6. Clasificación de Colectores	15

2.1.6.1. Tipos de Colectores	15
2.1.7. Características en las Tuberías	15
2.1.7.1. Tuberías de descarga	15
2.1.7.2. Diámetros.....	16
2.1.7.3. Pendientes mínimas de Tuberías PVC.....	17
2.1.7.4. Tubería polietileno de alta intensidad (PEAD)	18
2.1.8. Daños en el sistema de alcantarillado	18
2.1.8.1. Causas de daños en redes de alcantarillado	19
2.1.9. Parámetros de diseño de un sistema de alcantarillado.....	19
2.1.9.1. Periodo de diseño	19
2.1.9.2. Población de diseño	20
2.1.9.3. Tendencia poblacional y tasa de crecimiento	20
2.1.9.4. Población actual	21
2.1.9.5. Población a futura	21
2.1.10. Caudales de Diseño	22
2.1.10.1. Caudal medio de agua potable (QmdAP)	22
2.1.10.2. Caudal medio diario sanitario (Qmd)	22
2.1.10.3. Caudal de infiltración (Qinf)	22
2.1.10.4. Caudal por conexiones erradas (Qe).....	23
2.1.10.5. Caudal de diseño (Qd)	24
2.1.10.6. Coeficiente de Mayoración (M).....	24
2.1.11. Diseño Hidráulico	25
2.1.11.1. Conductos circulares de sección llena.....	25
2.1.11.2. Velocidades máximas en tuberías	27
2.1.11.3. Tensión tractiva	28
2.1.11.4. Tensión tractiva mínima	29
2.1.11.5. Velocidad Crítica	30

2.1.12. Estructuras en la Red Sanitaria	30
2.1.12.1. Separación en las cámaras de revisión	30
2.1.12.2. Pozos de visita prefabricados	31
2.1.12.3. Tapa de hormigón armado	32
2.1.12.4. Estación de bombeo.....	32
2.1.12.5. Caja de registro	33
2.1.12.6. Disposición final	33
2.1.12.7. Canaletas media caña.....	34
2.1.12.8. Camaras de caida	35
2.1.12.9. Tanques sépticos	35
2.1.13. Profundidades de las zanjas	35
2.1.14. Accesorios Complementarios	36
2.1.14.1. Bombas Sumergibles	36
2.1.15. Válvulas	37
2.1.15.1. Distribución de válvulas	37
2.1.15.2. Válvulas de compuertas	37
2.1.15.3. Válvulas de purga.....	38
2.1.15.4. Válvulas de aire o ventosas.....	38
2.1.15.5. Válvulas reguladoras de presión	39
2.1.15.6. Válvulas reguladoras de caudal.....	39
2.1.15.7. Tanque rompe presión	39
2.1.16. Geometría de los Alcantarillados	40
2.2 Marco Legal	41
CAPÍTULO III	50
MARCO METODOLÓGICO	50
3.1 Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)	50

3.2 Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)	50
3.3. Técnicas e instrumentos para obtener los datos	50
3.4. Población y muestra	52
CAPÍTULO IV	54
PROPUESTA O INFORME	54
4.1 Presentación y análisis de resultados	54
4.2 Propuesta (opcional)	56
4.2.1. Evaluación de Infraestructuras de Aguas Servidas -UNEMI	56
4.2.2. Cálculo hidráulico - sanitario en la UNEMI	58
4.2.3. Rediseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario	73
4.2.3.1. Cajas de revisión.....	73
4.2.3.2. Cámaras de inspección	75
4.2.3.3. Plano Arquitectónico del rediseño	76
4.2.4. APUS -Sistema de Aguas Servidas UNEMI	78
4.2.4.1. Presupuesto referencial de la obra- Aguas Servidas UNEMI.....	78
4.2.4.2. Presupuesto del Rediseño- Aguas Servidas UNEMI	78
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Línea de investigación institucional ULVR	4
Tabla 2 Características físicas del agua residual.....	10
Tabla 3 Características químicas del agua residual.....	10
Tabla 4 Características Biológicas	11
Tabla 5 Diámetros de tuberías PVC Corruval.....	17

Tabla 6 Pendientes mínimas en tuberías PVC	18
Tabla 7 Diámetro y espesor de una tubería PEAD	18
Tabla 8 Valores de periodo de diseño	20
Tabla 9 Valores de Infiltración	23
Tabla 10 Coeficiente de mayoración(k) popel.....	25
Tabla 11 Coeficiente de rugosidad de Manning según el tipo de tubería	27
Tabla 12 Velocidad Máxima y coeficiente de Rugosidad	28
Tabla 13 Valores de (f)	30
Tabla 14 Separación máxima entre pozos	31
Tabla 15 Válvulas de compuerta	38
Tabla 16 Dotación en Universidades	59
Tabla 17 Área de edificaciones (Cuencas)	60
Tabla 18 Caudal de Aguas Servidas	61
Tabla 19 Factor de Mayoración (M).....	63
Tabla 20 Caudal máximo Sanitario (Qmax.San).....	64
Tabla 21 Caudal Unitario (Qu).....	66
Tabla 22 Valor de infiltración en tubo de PVC	68
Tabla 23 Caudal de conexiones infiltradas (Q.inf)	70
Tabla 24 Caudales para el diseño optimizado de AASS.....	70
Tabla 25 Diámetro de Tubería Comercial	71
Tabla 26 Diámetro tubería PVC a implementar	73
Tabla 27 APU presupuesto referencial de la Obra	79
Tabla 28 APU del Rediseño de Aguas Servidas.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Área de estudio – Proyecto red sanitaria	7
Figura 2 Componentes de red sanitaria.....	8
Figura 3 Ciclo urbano de alcantarillado	9
Figura 4 Sistema de Alcantarillado Domiciliario	11
Figura 5 Alcantarillado convencional	12
Figura 6 Alcantarillado sanitario	13
Figura 7 Alcantarillado pluvial.....	13
Figura 8 Alcantarillado Combinado.....	14
Figura 9 Alcantarillado simplificado	14

Figura 10 Alcantarillado Condominales	15
Figura 11 Descarga domiciliaria con tubería PVC	16
Figura 12 Proyecciones método estadístico	21
Figura 13 Tubería parcialmente llena	27
Figura 14 Tensión tractiva para un colector circular	29
Figura 15 Pozo de visita prefabricado	31
Figura 16 Tipos de estaciones de bombeo	32
Figura 17 Caja de registro	33
Figura 18 Elementos de un sistema de alcantarillado.....	34
Figura 19 Canaletas de media caña.....	34
Figura 20 Camara de caida	35
Figura 21 Profundidad de la zanja sanitaria	36
Figura 22 Bomba Sumergible de Aguas Servidas	37
Figura 23 Válvula de purga	38
Figura 24 Válvula de aire manual.....	39
Figura 25 Tanque rompe presión	40
Figura 26 Secciones de Conductos.....	40
Figura 27 Formato de Encuesta	51
Figura 28 Resultado de la pregunta 1 (Encuesta)	54
Figura 29 Resultado de la pregunta 2 (Encuesta)	55
Figura 30 Resultado de la pregunta 3 (Encuesta)	55
Figura 31 Resultado de la pregunta 4 (Encuesta)	56
Figura 32 Resultado de la pregunta 5 (Encuesta)	56
Figura 33 Nivel de Drenaje bajo	57
Figura 34 Ubicación de cota.....	58
Figura 35 Dimensiones en las cajas de revisión.....	74
Figura 36 Componentes en las cajas de revisión	74
Figura 37 Cámara de Inspección de Aguas Servidas UNEMI.....	75
Figura 38 Rediseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario- UNEMI	77

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Encuesta a los estudiantes de la UNEMI	91
ANEXO 2 Cajas de Inspección.....	92

ANEXO 3 Verificación de cotas en las Cajas de Inspección	93
ANEXO 4 Verificación de cotas en las Cámaras de Inspección	94
ANEXO 5 Implantación Arquitectónico del Rediseño en AutoCAD 2020	95
ANEXO 6 Replanteo de Tuberías.....	96
ANEXO 7 Excavación mecánica en zanja sin clasificar	97
ANEXO 8 Relleno compactado con compactador manual.....	98
ANEXO 9 Cama de arena	99
ANEXO 10 Transporte de material granular arena	100
ANEXO 11 Suministro e Instalación de Material Granular	101
ANEXO 12 Suministro en Instalación de Piedra ¾”	102
ANEXO 13 Transporte de material granular	103
ANEXO 14 Prueba de Estanqueidad y Escurrimiento	104
ANEXO 15 Instalación de Caja Domiciliaria d=175mm.....	105
ANEXO 16 Instalación de Caja Domiciliaria arranque d=175mm	106
ANEXO 17 Instalación de Caja Domiciliaria de H.A esquina	107
ANEXO 18 Excavación de suelo sin clasificar mayor a 2 metros	108
ANEXO 19 Relleno compactado manual de material importado.....	109
ANEXO 20 Transporte de material granular mejoramiento.....	110
ANEXO 21 Instalación de Pozo de Revisión Tipo I.....	111
ANEXO 22 Instalación de Pozo de Revisión tipo II.....	112
ANEXO 23 Instalación de Tapa de HD (D600)-INEN NTE 2436	113
ANEXO 24 Instalación de Tubería PVC Estruc. Di=160mm	114
ANEXO 25 Instalación de tubería PVC Estruc. Di=200mm	115
ANEXO 26 Instalación de Tubería de Hormigón di=1800mm.....	116
ANEXO 27 Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar.....	117
ANEXO 28 Relleno compactado manual de material importado.....	118
ANEXO 29 Transporte de material granular mejoramiento.....	119
ANEXO 30 Instalación de Tubería PEAD d=110m 1.00 MPA.....	120
ANEXO 31 Instalación de Codo PEAD d=100mmx90”	121
ANEXO 32 Instalación de Reductor PEAD 110 a 90 mm	122
ANEXO 33 Instalación de bomba sumergible TDH=23 m.c.a.....	123

INTRODUCCIÓN

La presente tesis identifica uno de los principales problemas que se presenta en la Universidad Estatal de Milagro. Es decir, una evacuación inadecuada de las aguas servidas y el manejo de las aguas residuales. En otras palabras, la falta de un sistema de alcantarillado sanitario optimizado ocasiona problemas a nivel educativo que perjudica el desempeño de los estudiantes y docentes que ejercen su labor diaria en la Universidad.

La mayor parte de estos residuos líquidos, que son evacuados en la Institución están formados por la mezcla de materia orgánica e inorgánica. Por ello, se debe tener un control más eficiente en los flujos residuales, para no generar problemas respiratorios por los gases que producen los residuos líquidos. Además, es necesario tener en cuenta que su evacuación no es la correcta, por lo cual se implementa un nuevo sistema de alcantarillado sanitario en la Universidad Estatal de Milagro.

De esta manera, para un sistema de alcantarillado sanitario apropiado se debe tener en cuenta, el estudio geográfico del lugar donde se va a implementar las nuevas infraestructuras. En base a las normativas ambientales y parámetros de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, su función es la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales.

El nuevo sistema de alcantarillado sanitario se realiza acorde a la necesidad que establece la Universidad Estatal de Milagro. Para la evacuación de las aguas residuales, mediante un sistema de bombeo que permite recolectar y transportar las aguas servidas, a través de tuberías de impulsión. De manera que, se instalarán cámaras de inspección para un control eficiente de las aguas residuales, que son evacuadas directamente a la red principal de la ciudad de Milagro.

En conclusión, el sistema de alcantarillado sanitario debe cumplir con todos los parámetros de diseño y normativas de construcción. Por esta razón, es necesario realizar un análisis de prefactibilidad en las nuevas infraestructuras que están inmersas en el área de estudio. Es decir, que brinde la seguridad necesaria durante el tiempo y funcionamiento sin sufrir colapsos o taponamientos del sistema.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1. Tema:

Análisis de prefactibilidad en el sistema de alcantarillado sanitario en la Universidad Estatal de Milagro

1.2. Planteamiento del Problema:

El tema de las lluvias es un factor que influye en la UNEMI, produciendo inundaciones en ciertas zonas de las facultades. Debido a la diferenciación de las cotas del terreno, lo que impide un desabastecimiento rápido del flujo residual y aguas lluvias. Es más, en la zona norte de la UNEMI existe un déficit del sistema alcantarillado sanitario, para un control y manejo adecuado de las aguas residuales.

El sistema de alcantarillado sanitario en los centros educativos es indispensable para recolectar y transportar el líquido utilizado por los estudiantes. De manera que, por la ineficiencia en la red sanitaria y el mal uso de las aguas residuales, ocasiona malestar en la zona Norte de la UNEMI con olores nauseabundos, propagación de mosquitos y enfermedades.

Debido a la problemática que se presenta en el sitio, es necesario emplear las nuevas infraestructuras del sistema alcantarillado sanitario en la UNEMI. Considerando que, en la construcción de las nuevas infraestructuras, se realicen acorde a los parámetros de diseño en rendimiento y la capacidad máxima en la evacuación de los flujos residuales.

Por esta razón, es fundamental estudiar las nuevas infraestructuras que se emplean actualmente en la Universidad Estatal de Milagro, dar a conocer su comportamiento hidráulico de los caudales estimados que permita analizar que impactos y efectos causaran a lo largo del tiempo. Los antecedentes de esta universidad revelan que algunas facultades tienen problemas con respecto en la infraestructura sanitaria.

Sin embargo, con la implementación de infraestructuras diseñadas bajo a las normas establecidas nos permite tener un control óptimo del líquido residual que es

transportado a la red principal sanitaria del cantón Milagro, mediante tuberías de impulsión, cárcamo de bombeo, cámaras de inspección. Por lo tanto, las nuevas infraestructuras tienen la finalidad de un control más eficiente al transporte de los flujos residuales. Estas acciones son aplicadas para mitigar la contaminación al medio ambiente y solucionar definitivamente dicha necesidad.

1.3 Formulación del Problema:

¿Cómo afectan las nuevas infraestructuras en la evacuación de las aguas servidas y en el manejo de las aguas residuales?

1.4 Objetivo General

Determinar la Prefactibilidad de los sistemas de alcantarillado sanitario implementados, su evacuación y tratamiento de las aguas residuales para establecer un correcto funcionamiento en la Universidad Estatal de Milagro.

1.5 Objetivos Específicos

- Analizar el comportamiento de las infraestructuras actuales en la evacuación de las aguas servidas de la UNEMI.
- Determinar los parámetros hidráulicos inmersos en el diseño del alcantarillado sanitario en la UNEMI.
- Rediseño de un sistema de alcantarillado sanitario optimizado en la UNEMI.
- Realizar un presupuesto de obra del rediseño propuesto y compararlo con el diseño original.

1.6 Idea a Defender (investigaciones cualitativas o mixtas) / **Hipótesis**
(investigaciones cuantitativas)

Se pretende evaluar la prefactibilidad de las nuevas infraestructuras del sistema de alcantarillado sanitario, con la finalidad de garantizar su funcionamiento a través del tiempo. Es decir, con un control adecuado en su evacuación y manejo de las aguas residuales mediante tuberías impulsión. A la vez, mejorar el bienestar de los estudiantes y en la parte ambiental, porque toda institución tiene la necesidad de contar con dicho servicio básico.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad

Tabla 1

Línea de investigación institucional ULVR

Dominio	Línea de investigación institucional	Línea de investigación de la FIC
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Materiales de construcción

Fuente: ULVR, (2023)

CAPÍTULO II

2.1. Marco Referencial

2.1.1. Marco Teórico

Torres & Gastelo (2020), La red sanitaria y el tratamiento de los fluidos residuales es un servicio que debe contar cada comunidad. Por ende, si no existe un control adecuado ocasiona la contaminación del sector, que no cuenta con la infraestructura necesaria para dicha función. Por lo tanto, la presente tesis tiene el propósito elaborar un diseño sanitario, para mejorar la localidad el Nazareno y mitigar el problema que se presenta a diario.

Para la construcción del nuevo sistema de alcantarillado sanitario, permite mitigar el impacto ambiental que se estaba generando anteriormente. Por lo tanto, en base al trabajo de titulación es necesario verificar los estudios tanto topográficos y de suelos, lo cual permite verificar las condiciones del terreno donde se realiza este nuevo sistema. Por lo tanto, la tesis realizada nos nutre de conocimientos para realizar un análisis más detallado de un sistema de alcantarillado sanitario.

Según González (2022), en la comunidad San Vicente el mayor problema que ocasiona por la falta de un sistema sanitario, provoca la contaminación y enfermedades por los desperdicios que se encuentran a la intemperie. De manera que, ante la ineficiencia del servicio la presente investigación se propone a mejorar las infraestructuras existentes, con criterios técnicos y especificaciones que son establecidos por las normativas ecuatorianas.

La presente tesis, nos permite determinar las principales causas que producen el mal manejo de las aguas residuales. Por lo tanto, en base a la información obtenida para la implementación del nuevo sistema alcantarillado sanitario es necesario cumplir con los requerimientos que establece la normativa INEN. Por ello, se recomienda que las velocidades de fluidos no deben sobrepasar la velocidad máxima permitida y producir daños en las tuberías.

De acuerdo con Pingo (2019), el centro poblado Jesús María cuenta con setenta familias que carecen del servicio sanitario, la mayor parte del sector presenta enfermedades todo el tiempo. Ante la problemática establecida el presente

proyecto busca solucionar de forma específica qué infraestructuras se requiere en el sector, mediante la implementación de softwares que permite un diseño más ajustado a las condiciones del terreno y no provocar colapsos del sistema en su evacuación.

Con respecto al proyecto de Titulación se debe cumplir con las normas y parámetros de un sistema de alcantarillado sanitario. Por lo tanto, en base a la tesis desarrollada en temas de infraestructura, accesorios y coeficientes de variación de las aguas servidas. Es muy importante tener en cuenta estos temas, que nos permite hacer un análisis en cuanto a infraestructuras y accesorios.

De acuerdo con Rutte (2021), el objetivo del proyecto es analizar su comportamiento en las infraestructuras empleadas, mediante la normativa OS.070 que indica la eficiencia de evacuar los líquidos residuales en un estado crítico. Es más, la prueba se desarrolló en épocas de lluvias lo que permite que las infraestructuras sanitarias trabajen a mayor capacidad y todos los sedimentos que encuentran en las tuberías sean evacuados, lo que ocasiona obstrucciones cada vez que se acumulen.

En base proyecto realizado, nos permite verificar cómo es su comportamiento crítico de las infraestructuras, si es eficiente durante tiempo que fue diseñado. Por lo tanto, para el presente proyecto de titulación nos permite verificar el análisis de las infraestructuras, para un correcto desabastecimiento de las aguas residuales que se realiza a través de tuberías.

Caldas & Oliveira (2021), En el centro poblado de San Francisco no se consideró el incremento de la población a futuro. Por ende, afectó a las infraestructuras inmersas del sector por el motivo que no existe la cobertura suficiente, para satisfacer en totalidad la población en su evacuación de los flujos residuales. Por lo tanto, el presente proyecto se basa en la ampliación del sistema alcantarillado sanitario existente, con nuevas infraestructuras que permita abastecer toda la localidad.

Este proyecto de investigación aporta de manera objetiva, el estudio que se implementa se lo realiza mediante aspectos técnicos, son de vital importancia al implementar un nuevo sistema de alcantarillado sanitario en la UNEMI. Es necesario analizar los procesos que implican en su construcción del sistema.

2.1.2. Bases Teóricas

2.1.2.1. Ubicación del proyecto

La Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), se encuentra ubicada en el Cantón Milagro provincia del Guayas su la localización geográfica se encuentra al oeste. De manera que, el proyecto del nuevo sistema de alcantarillado sanitario se ejecutó en la zona norte, donde se encuentran inmersas las infraestructuras. Por lo tanto, en el área de estudio la pendiente del terreno es muy baja y el nivel freático es considerado alto por la cercanía al estero Berlín.

En la figura 1 representa la zona geográfica de la Universidad Estatal de Milagro ubicada al oeste del Ecuador de la ciudad de Milagro.

Figura 1
Área de estudio – Proyecto red sanitaria



Nota: La zona norte representa en rojo, la zona sur en amarillo y el azul representa el eje del estero Berlín, para determinar el área encerrada se implementó el software

Fuente: Google Earth Pro2022.

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

2.1.3. Sistemas de Alcantarillados Sanitario

Según Patín (2020), Indica que “El sistema alcantarillado sanitario forma parte de una obra civil, su infraestructura consta de diferentes diámetros de tuberías que se

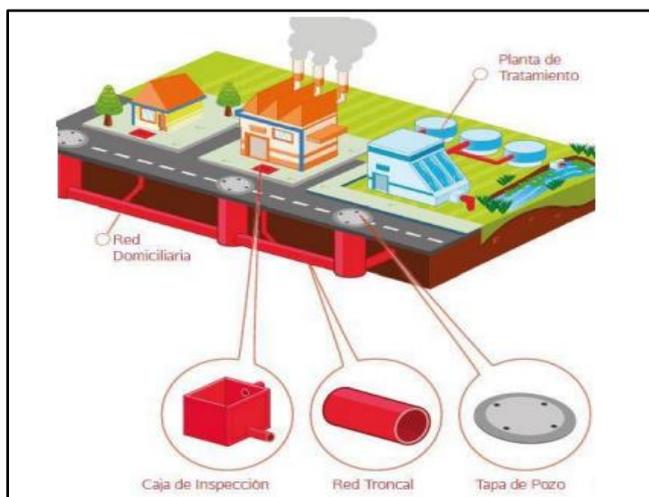
encargan de captar y transportar los desechos líquidos. Es decir, referente al caudal de la población su diámetro va a variar en las tuberías e infraestructuras que son empleadas para un control del sistema” (p. 21).

2.1.3.1. Componentes de un sistema de alcantarillado

Por otro lado, Flores & Marin (2021), Indica que “El sistema de alcantarillado es diseñado para captar, transportar y evacuar las aguas residuales de los domicilios. Además, una red sanitaria proyectada bajo a los parámetros constructivos será reducido el problema de la corrosión. Es decir, se emplearán materiales de buena calidad para evitar inconvenientes a futuro” (p. 39).

En la siguiente figura 2 se aprecia los componentes de un sistema de alcantarillado sanitario, cada uno de ellos son implementados para un control óptimo y evitar accidentes con los accesorios implementados.

Figura 2
Componentes de red sanitaria



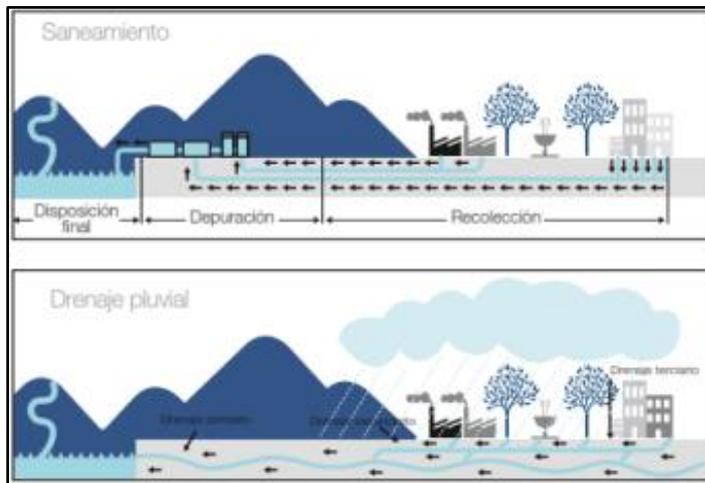
Fuente: Flores & Marin, (2021)

2.1.3.2. Desarrollo Urbano

En América latina las deficiencias del sistema de alcantarillado sanitario prevalecen por la falta de equipamiento necesario en su construcción. De manera que, se genera la contaminación ambiental en los sectores o ciudades que no cuentan con el servicio, los principales problemas se generan por cuestiones de política social y financiero que impiden tener un control adecuado de las aguas servidas.

En la figura 3 se observa el ciclo urbano de alcantarillado como saneamiento y drenaje pluvial, lo cual indica el agua utilizada pasa por un tratamiento para ser evacuado a los ríos o riachuelos.

Figura 3
Ciclo urbano de alcantarillado



Fuente: Flores & Marin, (2021)

2.1.4. Parámetros de aguas residuales

Por lo tanto, Pillapa (2021), Indica que “Los parámetros que establecen para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, es necesario verificar el tipo de agua residual a tratar mediante muestras del líquido utilizado. Mediante la obtención de los datos correspondientes se implementan infraestructuras que estén acorde al flujo establecido para no perjudicar su vida útil” (p. 24).

En la tabla 2 se aprecia las características de las aguas servidas que son descargadas de los domicilios se distinguen por el olor, color, según sus aspectos químicos y biológicos que se generen. En otras palabras, cabe recalcar que es necesario identificar el líquido residual para hacer un análisis al proceso de tratamiento en una PTAR.

Tabla 2
Características físicas del agua residual

CARACTERÍSTICAS		PROCEDENCIA
FÍSICAS	COLOR	Aguas residuales domésticas e industriales, degradación natural de materia orgánica.
	OLOR	Agua residual en descomposición, residuos industriales.
	SÓLIDOS	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas.
	TEMPERATURA	Aguas residuales domésticas e industriales.

Fuente: Pillapa, (2021)

En la siguiente tabla 3 se observa las características químicas que presenta las aguas residuales como elementos orgánicos, inorgánicos y gases que se genera por la acumulación de sedimentos por las descargas de domicilios.

Tabla 3
Características químicas del agua residual

CARACTERÍSTICAS		PROCEDENCIA	
QUÍMICAS	ORGÁNICOS	Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
		Grasas animales	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
		Pesticidas	Residuos agrícolas.
		Fenoles	Vertidos industriales.
		Proteínas	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
		Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
		Agentes tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
		Compuestos orgánicos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
		Otros	Degradación natural de materia orgánica.
		INORGÁNICOS	Alcalinidad
	Cloruros		Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea.
	Metales pesados		Vertidos industriales.
	Nitrógeno		Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas.
	Ph		Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
	Fósforo		Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales; aguas de escorrentía.
	Contaminantes prioritarios		Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
	Azufre		Agua de suministro, aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
	GASES	Sulfuro de hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos.
		Metano	Descomposición de residuos domésticos.
		Oxígeno	Agua de suministro, infiltración de agua superficial.

Fuente: Pillapa, (2021)

En la tabla 4 se aprecia las características biológicas que son generados por los animales, plantas, protistas y virus. Son descargados a las tuberías de un sistema de alcantarillado sanitario para ser transportados a una planta de tratamiento. Por lo tanto, al ser tratadas estos líquidos se pueden reutilizar y eliminar la contaminación al medio ambiente.

Tabla 4
Características Biológicas

CARACTERÍSTICAS		PROCEDENCIA	
BIOLÓGICAS	ANIMALES	Cursos de agua y plantas de tratamiento.	
	PLANTAS	Cursos de agua y plantas de tratamiento.	
	PROTISTAS	Eubacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento.
		Arqueobacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento.
VIRUS	Aguas residuales domésticas.		

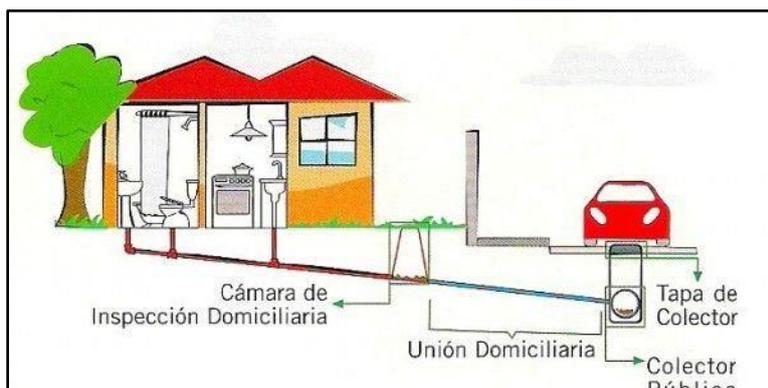
Fuente: Pillapa, (2021)

2.1.4.1. Aguas Domésticas

Según Castillo & Vásquez (2021), Indica que “Estas aguas son originadas en los domicilios aprovechados de uso común en limpieza, lavados, aseo personal, la mayor parte de los líquidos evacuados se dirigen a la red primaria para la conducción a una planta de tratamiento. De manera que, se utilizan tuberías de PVC de interior liso y su ventaja es que no obstaculizan los líquidos durante la transportación” (p. 38).

En la figura 4 representa, las diferentes conexiones que pueden ser empleadas para la evacuación del líquido utilizado. Además, se aprecia las infraestructuras que permiten tener un control eficiente de las aguas residuales.

Figura 4
Sistema de Alcantarillado Domiciliario



Fuente: Castillo & Vásquez, (2021)

2.1.4.2. Aguas Industriales

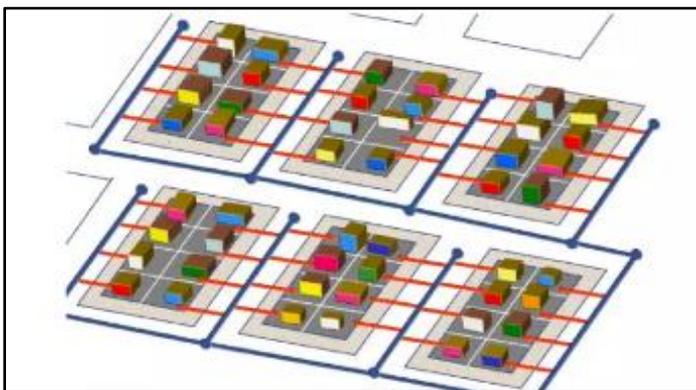
En industrias el líquido utilizado suele ser de diferentes usos, es recomendable la construcción de acueductos apropiados. Es decir, las aguas residuales en las descargas contienen metales tóxicos que pueden generar una disminución en la vida útil de las infraestructuras. Por lo tanto, son diseñados acorde a los parámetros y normativas vigentes del país o región.

2.1.5. Sistema de alcantarillado Convencional

En primer lugar, Picón (2019), Indica que “Los alcantarillados convencionales hace referencia al sistema de alcantarillado separado, quiere decir que su función es de forma independiente para aguas lluvias y aguas residuales. Además, las tuberías son instaladas con una pendiente desde los domicilios a la cámara de inspección, para ser evacuadas a una planta de tratamiento” (p. 24).

En la siguiente figura 5 se aprecia las ramificaciones de un sistema de alcantarillado sanitario convencional que van enlazados a la red principal de los domicilios.

Figura 5
Alcantarillado convencional



Fuente: Picón, (2019)

2.1.5.1. Tipos de alcantarillados

Los diferentes tipos de alcantarillado cumplen la misma función de transportar las aguas residuales según Rodríguez (2021), Indica que “Se diseñan acorde al flujo a tratar. Es decir, los criterios de diseño se establecen a los parámetros y normas que

permitan su construcción. Además, los diferentes diámetros en las tuberías se emplean acorde a la topografía del terreno” (p. 24).

- Alcantarillado Sanitario: Es diseñado para recolectar y transportar los flujos residuales en conexiones domésticas, industriales.

En la figura 6 se aprecia la instalación de un sistema de alcantarillado sanitario que permite transportar los flujos residuales por medio de las tuberías instaladas bajo los parámetros y criterios de diseño establecidos. Además, son muy comunes este tipo de infraestructuras construidas para proyectos sanitarios, brinda una instalación rápida.

Figura 6
Alcantarillado sanitario



Fuente: Rodriguez, (2021)

- Alcantarillado pluvial: Su función es evacuar la escorrentía superficial que son ocasionadas en épocas de lluvia.

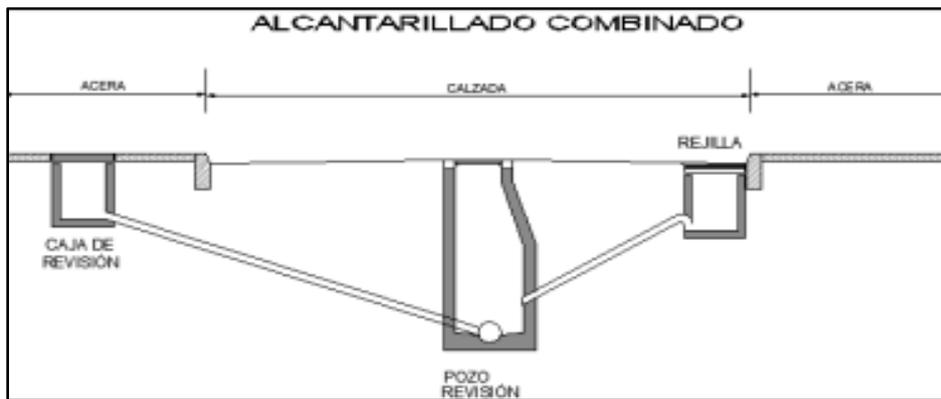
Figura 7
Alcantarillado pluvial



Fuente: Rodriguez, (2021)

- Alcantarillado Combinado: Cumple la función de transportar en un solo sistema diferentes clases de aguas que son descargadas en industrias, instituciones y comerciales.

Figura 8
Alcantarillado Combinado



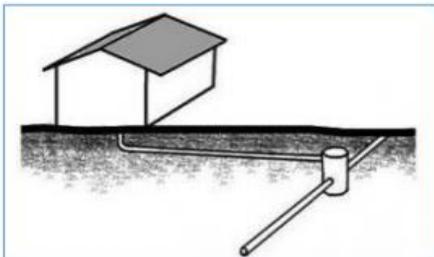
Fuente: Rodriguez, (2021)

2.1.5.2. Sistema de alcantarillado no Convencional:

Es necesario tomar consideraciones en la parte hidráulica, incluso en los diámetros mínimos y accesorios de conexión, utilizados para un proyecto de construcción sanitario y poder minimizar costos con los implementos necesarios.

- Alcantarillado Simplificado: Se construye con los mismos parámetros del sistema del alcantarillado convencional, bajo la consideración de disminuir diámetros y distancias que deben estar los pozos de inspección.

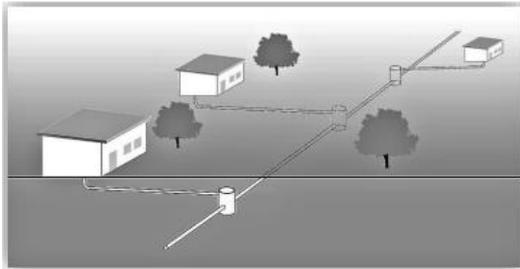
Figura 9
Alcantarillado simplificado



Fuente: Rodriguez, (2021)

- Alcantarillado Condominales: Su función es recolectar los líquidos residuales de un sector con un menor número de habitantes, para ser transportadas a la red convencional. Además, se utilizan tuberías de menor diámetro para su desalojo, incluso ser instaladas a menor profundidad.

Figura 10
Alcantarillado Condominales



Fuente: Rodriguez, (2021)

2.1.6. Clasificación de Colectores

Cordero (2021), Indica que “Los elementos de una red sanitaria se deben cumplir con los siguientes componentes, cada uno establece diferentes funciones para llevar a cabo en un proyecto. Es decir, los conductos deben cumplir con los estándares de calidad y fabricación haciendo énfasis a las normativas que establece cada país” (p.38).

2.1.6.1. Tipos de Colectores

- Colector secundario: se encarga de transportar los flujos residuales del colector principal mediante dos tuberías a más se encuentra inmersas en la vía pública.
- Colector principal: son redes que recolectan las aguas residuales generadas de dos a más colectores dentro de un sector y es transportada a estanques para ser tratada, su diámetro en la tubería se establece en 350mm.

2.1.7. Características en las Tuberías

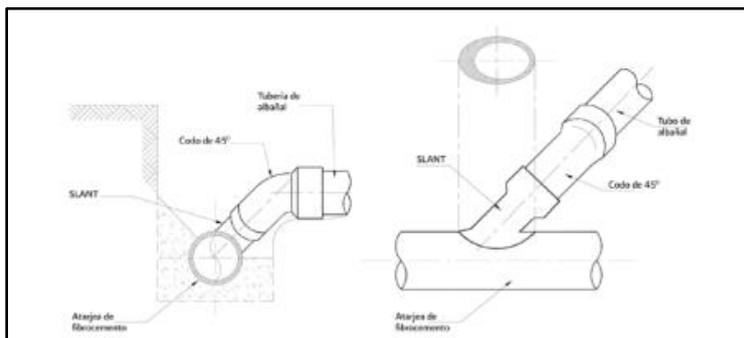
Según López (2020), Indica que “Las tuberías son utilizadas para recolectar aguas residuales por medio de conexiones domiciliarias e industriales. La mayor parte de las conexiones están situadas a gravedad por el flujo residual sedimentado y están enterradas a una profundidad considerada. Además, la topografía del terreno y su diferenciación de cotas nos permite utilizar diferentes diámetros de tuberías, que son transportadas los líquidos residuales” (p. 26).

2.1.7.1. Tuberías de descarga

Las tuberías de descarga son conocidas como albañal exterior comprende por la descarga de las aguas servidas, evitando malos olores en los domicilios. Además, son empleados en los centros educativos, lo cual existe una mayor demanda de descarga. Por lo tanto, los conductos son de gran utilidad para proyectos que se generen dentro un sector o ciudad bajo a las normas de fabricación.

En la siguiente figura 11 se observa las tuberías y empalmes a la red primaria con sus respectivos accesorios empleados para evitar inconvenientes de obstrucciones.

Figura 11
Descarga domiciliaria con tubería PVC



Fuente: Flores & Marin, (2021)

2.1.7.2. Diámetros

Norma Técnica Ecuatoriana (2010), Las tuberías son especificadas en base a la norma que establece el país de origen, el diámetro mínimo es considerado de 200 mm para sistemas de alcantarillado. Para conexiones domiciliarias se utilizan tuberías de 160 mm dependiendo sus condiciones hidráulicas en ciertas zonas tienden a ser pendientes muy elevadas y son consideradas utilizar de diferente grosor.

En la tabla 5 bajo la Norma NTE INEN 2059, especifica el diámetro de tuberías PVC Corruval tipo A1 por su máxima resistencia para sistema de alcantarillados. Por lo tanto, son empleados bajo los diámetros que establecen en proyector requerido.

Tabla 5
Diámetros de tuberías PVC Corruval

Diámetro nominal Interior DNI (mm) (1)	Diámetro interior medio mínimo d. min. (mm) (2)	Diámetro interior Medio Máximo di máx. (mm) (3)	
		di máx.	
		Serie 1 a 7 (4)	Serie 1 a 4 (4)
100	97	101	102
125	122	127	128
150	146	152	153
160	156	162	163
175	173	178	179
200	195	203	204
220	215	223	224
250	244	254	255
280	273	284	285
300	292	304	306
315	307	320	321
335	327	340	342
350	341	355	357
400	390	406	408
450	439	457	459
475	463	482	485
500	487	507	510
530	517	538	541
550	537	558	562
580	566	589	592
600	585	609	612
630	614	639	642
650	634	660	663
670	653	680	683
700	682	710	714
710	692	720	724
750	731	761	765
775	756	787	791
800	780	812	816
850	829	863	867
875	853	888	893
900	877	913	918
950	926	964	969
975	951	990	995
1 000	975	1015	1020
1 060	1034	1076	1081
1 100	1073	1117	1123
1 150	1121	1167	1173
1 200	1170	1218	1224
1 250	1219	1269	1275
1 320	1267	1340	1346
1 360	1326	1380	1387
1 400	1365	1421	1428
1 450	1414	1472	1479
1 500	1462	1522	1530
1 600	1560	1624	1632
1 700	1658	1726	1735
1 800	1755	1827	1838
1 900	1853	1929	1939
2 000	1950	2030	2040
2 200	2145	2233	2244
2 240	2184	2274	2285
2 400	2340	2436	2448
2 500	2437	2537	2550
2 600	2535	2639	2652
2 800	2730	2842	2856
3 000	2925	3045	3060

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana, (2010)

2.1.7.3. Pendientes mínimas de Tuberías PVC

Rodríguez & Gualan (2021), Indica que “El diámetro interno mínimo en tuberías PVC para un sistema de alcantarillado sanitario, se utilizará de acuerdo con el sentido del flujo de descarga. No es recomendable para aguas residuales un diámetro inferior a 20mm, lo que produce atascamiento al interior de la tubería. La pendiente mínima es del 0.5 % para garantizar una mejor velocidad de evacuación del líquido recolectado” (p. 58).

La pendiente mínima en tuberías PVC representa en la tabla 6 de acuerdo con el diámetro y material utilizado para drenar el flujo.

Tabla 6
Pendientes mínimas en tuberías PVC

PENDIENTES MÍNIMAS		
Diámetro, (mm)	Material	Pendiente Mínima, 2 %
160	PVC	0,33
200	PVC	0,30
250	PVC	0,24
300	PVC	0,20
350	PVC	0,16
400	PVC	0,14
450	PVC	0,13
500	PVC	0,12
600	PVC-HORMIGÓN	0,11

Fuente: Rodríguez & Gualan, (2021)

2.1.7.4. Tubería polietileno de alta intensidad (PEAD)

Por lo tanto, Jacho (2019), Indica que “Una tubería de alta resistencia su vida útil es de 50 años, a diferencia de las tuberías de concreto su desgaste es menor soportando a temperatura de 20°C ya inmersas sobre un terreno. Además, por el material fabricado de termoplástico es resistente a niveles de 60°C aprueba a la corrosión y no afecta su estructura es de gran utilidad para el transporte de fluidos” (p. 26).

En la tabla 7 detalla el espesor mínimo de paredes internas en la tubería PEAD, mediante las especificaciones técnicas INEN 2360-2004 lo cual son empleadas para recolectar y transportar fluidos.

Tabla 7
Diámetro y espesor de una tubería PEAD

PROPIEDADES	METODO DE PRUEBA	VALOR	UNIDAD
DENSIDAD	ISO 1183	> 0.935	g/cm ³
RESISTENCIA A LA TRACCION	ISO R 527 - ASTM D 638	> 300	Kg/cm ²
ELONGACION A LA ROTURA	ISO R 527 - ASTM D 638	> 625	%
RESISTENCIA A LA PRESION INTERNA	ISO 1167 - ISO 4427	> 90 (100 h, a 20°C)	Kg/cm ²
IMPACTO IZOD	ASTM D 256	> 13.6	J/m
MODULO DE PLASTO DEFORMACION (1 MIN)		10000	Kg/cm ²
ESTABILIDAD TERMICA, TIEMPO DE INDUCCION A LA OXIDACION A 200°C	ISO TR 10837	> 20	minutos
ESTABILIDAD DIMENSIONAL	ISO 2505	< 3	%
COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA		0.0002	m/m/°C
CONDUCTIVIDAD TERMICA		0.37	Kcal/(m*h*°C)
RIGIDEZ DIELECTRICA		800	KV / cm

Fuente: Jacho, (2019)

2.1.8. Daños en el sistema de alcantarillado

Berrocal (2021), Indica que “En el sistema de alcantarillado sanitario presenta daños durante el tiempo, pueden ser por diferentes motivos. Es decir, durante su funcionamiento presentan fallas en la parte estructural por falta de mantenimiento o por causas naturales, de esta manera podemos identificar las diferentes fallas que se presentan a continuación” (p.37).

2.1.8.1. Causas de daños en redes de alcantarillado

Estás causas son ocasionados por la mala manipulación en las infraestructuras y en el mantenimiento no se realiza acorde el daño presentado por lo que genera una disminución de la vida útil en los componentes del sistema de alcantarillado sanitario.

- Edad del sistema: La mayor parte del sistema de alcantarillado sanitario , son construidos con materiales de hormigón lo que indica que su desgaste va hacer eminente a sufrir daños durante el tiempo.
- Material de construcción : Los materiales que tienden a sufrir más daños son las tuberías, por la transportación de líquidos tóxicos y la emanación de gases que perjudican en su estructura.
- Pendiente mínima : Genera que el sistema colapse y se acumulen sedimentos provocando daños en las tuberías. Por ende, en las cámaras de inspección tienden a sufrir rupturas.
- Acumulación de material : La acumulación de sedimentos pueden ocasionar el taponamiento del sistema, con mayor razón si son con pendientes muy bajas.
- Trapos, plásticos y vidrios : Este tipo de materiales afecta en las tuberías provocando roturas ,obstrucciones.

2.1.9. Parámetros de diseño de un sistema de alcantarillado

2.1.9.1. Periodo de diseño

Según Laguna (2021), Indica que “El periodo de diseño se considera el incremento que debe tener desde que empieza la obra , su finalización del proyecto a desarrollarse. Además, en un sistema de alcantarillado sanitario se proyecta acorde

a la población y componentes que requieren en el área de estudio, para no generar inconvenientes durante su funcionamiento” (p. 24).

En la tabla 8 se observa los valores del periodo de diseño en años acorde a la población según la Normativa Boliviana.

Tabla 8
Valores de periodo de diseño

Población (Hab)	Periodo (años)
1000-15000	15
15001-50000	15-20
>50001	30

Fuente: Laguna, (2021)

2.1.9.2. Población de diseño

Se caracteriza al sector o ciudad que requiere el servicio del sistema de alcantarillado sanitario, para mejorar la calidad de vida de los habitantes para un manejo adecuado de las aguas servidas.

2.1.9.3. Tendencia poblacional y tasa de crecimiento

Son estudios demográficos que permiten obtener el crecimiento de la población a través de censos o por métodos estadísticos , así determinar el número de habitantes del sector mediante las siguientes fórmulas que representa a continuación.

- Método aritmético

$$Pf = Pa(1 + it)$$

- Método geométrico

$$Pf = Pa(1 + i)^t$$

- Método exponencial

$$Pf = Pa(e)^{it}$$

Donde :

Pa = población inicial

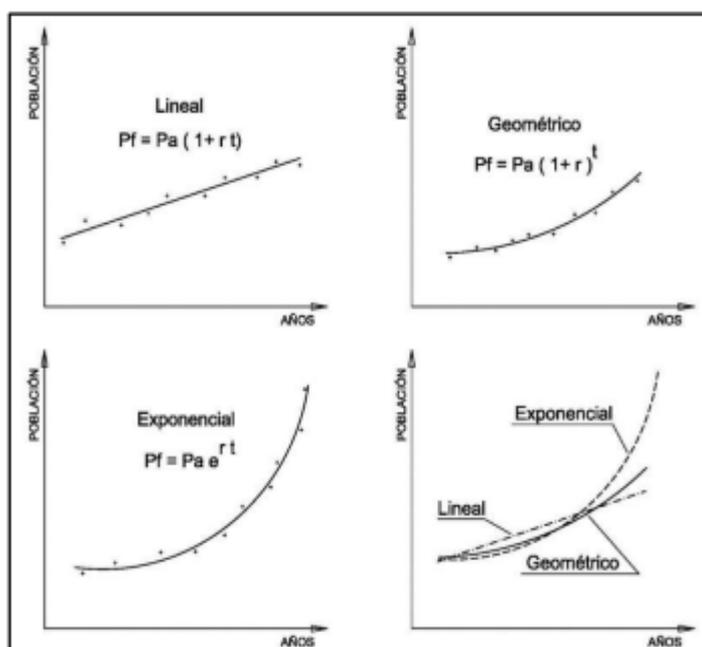
Pf =población final

t = periodo de tiempo considerado (años)

i = tasa de crecimiento (decimal)

En la siguiente figura 12 se aprecia las proyecciones de la población mediante todos los métodos empleados , para representar una correlación por métodos estadísticos y así obtener del número de habitantes del sector a proyectarse para la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario.

Figura 12
Proyecciones método estadístico



Fuente: Laguna, (2021)

2.1.9.4. Población actual

Se realiza mediante un censo en cada una de las viviendas del sector indicando el número de habitantes que viven en hogar , para determinar el total de personas de la localidad .

2.1.9.5. Población a futura

Es estimado para proyectos a ejecutarse en la localidad , mediante las fórmulas empleadas en el numeral 2.2.4.3., nos indica con la población diseño, pueden emplearse en obras sanitarias y agua potable para un determinado sector.

2.1.10. Caudales de Diseño

2.1.10.1. Caudal medio de agua potable (QmdAP)

Medina (2022), Es la relación del volumen del flujo que transporta por un determinado tiempo que se realiza entre 0 a 24 horas. Por lo tanto, los caudales ya calculados se expresan mediante las siguientes unidades, m³/s del caudal, el volumen en m³ y su tiempo es de 86 400s, mediante la siguiente ecuación se determina el caudal medio diario.

$$QmdAp = \frac{Pf * Df}{86400}$$

Donde:

QmdAP: Caudal medio diario de agua potable (lt/sg)

Pf: Población futura (hab)

Df: Dotación futura (lt/hab/día)

2.1.10.2. Caudal medio diario sanitario (Qmd)

Se utiliza para dar a conocer su caudal durante un periodo de 24 horas del agua potable que es aprovechado para diferentes usos. Además, el valor del coeficiente de retorno según los parámetros de diseño establece de 60% a 80%, para obtener su caudal medio sanitario mediante la siguiente fórmula.

$$Qmds = C * QmdAP$$

Donde:

Qmds: Caudal medio diario sanitario (lt/sg)

C: Coeficiente de retorno (60-80) %

QmdAp: Caudal medio diario de Agua potable(lt/sg)

2.1.10.3. Caudal de infiltración (Qinf)

Los caudales de infiltración son proporcionados por la filtración de agua subterránea a las tuberías, su ingreso a través de las uniones, pozos de inspección y fisuras que presentan en las tuberías. Por ende, se calcula con la ayuda de la siguiente expresión establecida.

$$Q_{inf} = I * L$$

Donde:

Q_{inf} : Caudal de Infiltración (lt/s)

I=Coeficiente de infiltración (lt/sg/m)

L= Longitud de la tubería (m)

Los valores de infiltración se representan en la tabla 9 donde el nivel freático es clasificado mediante el tipo de tubería a utilizar para un sistema de alcantarillado sanitario, referenciando al sector del proyecto a ejecutar.

Tabla 9
Valores de Infiltración

Nivel freático	Tubería de hormigón		Tuberías de material plástico	
	Tipo de unión			
	Hormigón	Anillo goma	Hormigón	Anillo goma
Bajo	0,0005	0,0002	0,00010	0,00005
Alto	0,0008	0,0002	0,00015	0,00005

Fuente: Medina, (2022)

2.1.10.4. Caudal por conexiones erradas (Q_e)

Se consideran por las malas conexiones que se proporcionan en las tuberías, incluso por ensamble clandestino que ejercen a la red primaria, en el entorno es ilegal que realicen este tipo de acoplamiento. Su coeficiente del caudal para conexiones erradas se estima del 5% al 10%.

$$Q_{ce} = (5\% - 10\%) * Q_{infl}$$

$$Q_{ce} = (0.05 - 0.10) * Q_{infl}$$

Donde:

Q_{ce} = Caudal por conexiones erradas(lt/sg).

Q_{infl} = Caudal máximo instantáneo(lt/sg).

2.1.10.5. Caudal de diseño (Q_d)

Los caudales de diseño son estimados para determinar su caudal máximo horario en establecimientos educativos, comerciales e industriales. Con el objetivo de diseñar y construir plantas de tratamiento ante una expansión futura, haciendo uso del coeficiente de retorno por esta razón implica la siguiente ecuación.

$$Q_d = Q_{mds} + Q_e + Q_{inf}$$

Donde:

Q_d = Caudal de diseño(lt/sg).

Q_{ins} = Caudal medio diario sanitario(lt/sg).

Q_e = Caudal por conexiones erradas(lt/sg).

Q_{inf} = Caudal de infiltración(lt/sg).

2.1.10.6. Coeficiente de Mayoración (M)

Zamora (2021), Se caracteriza por estimar el caudal máximo y mínimo sanitario, mediante el consumo que proporciona cada establecimiento. Se utiliza para representar la aportación del flujo residual y poder mayorar dicho caudal. A continuación, representa las siguientes ecuaciones.

- Coeficiente de Harmon

Se utiliza para una población de 1000 a 100000 habitantes.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{pf}}$$

$$2,0 \leq M \leq 3,8$$

Donde:

P= Población en miles

M= Coeficiente de mayoración

- Coeficiente de Babbit

Esta fórmula es utilizada bajo una restricción de 1000 habitantes y un valor mínimo de 1 habitante para zonas rurales.

$$K = \frac{5}{Pf^{0.2}}$$

Donde:

K = Coeficiente de punta

Pf = Población (en miles)

- Coeficiente Popel

Se emplea para ciudades con mayor demanda de consumo según el proyecto a ejecutarse.

En la tabla 10 representa el coeficiente de mayoración (k), indica que el coeficiente de popel se emplea para poblaciones en miles en base a los criterios de diseño.

Tabla 10
Coeficiente de mayoración(k) popel

Población en miles	k
< 5	2,40 a 2.00
5 a 10	2,00 a 1,85
10 a 50	1,85 a 1,60
50 a 250	1,60 a 1,33
> 250	1,33

Fuente: Zamora, (2021)

2.1.11. Diseño Hidráulico

2.1.11.1. Conductos circulares de sección llena

Basurto (2019), La ecuación de Manning (n), determina la velocidad de flujo de aguas servidas acorde el material de tubería que se utiliza para el sistema. De manera que, la mayoría de las tuberías funcionan parcialmente llenas, es decir si no existe flujo no habrá resistencia y si el flujo aumenta sus niveles caudales aumenta. Las siguientes expresiones representan el escurrimiento del cauce que pasa por la tubería.

El radio hidráulico es:

$$R = \frac{D}{4}$$

Donde:

D: Diámetro (m)

$$\text{Manning} \quad V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Sustituyendo el valor de (R), la fórmula de Manning para tubería a sección llena es:

$$V = \frac{0,397}{n} * D^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

S= Pendiente (m/m)

En función del caudal hidráulico, con:

$$Q = V * A$$

Reemplazamos:

$$Q = \frac{0,397}{n} * D^{8/3} * S^{1/2}$$

Donde:

n: coeficiente de rugosidad (adimensional)

En la tabla 11 representa el tipo de conducto que son empleados para el transporte de fluidos, por esta razón se emplea la ecuación de Manning que permita determinar el valor recomendado que tiene cada tubería.

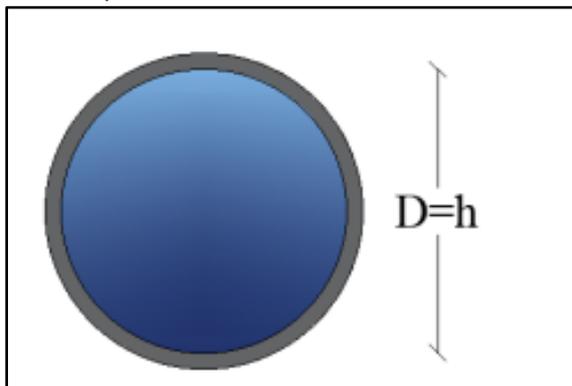
Tabla 11: Coeficiente de rugosidad de Manning según el tipo de tubería

TIPO DE CONDUCTO	RANGO	D
Tubería de hormigón simple	0.012 – 0.015	0.013
Tubería de plástico o PVC corrugada	0.010	0.010
Tubería termoplástica de interior liso o PVC	0.010	0.010
Colectores y tubería de hormigón armado fundido en sitio	0.013 – 0.016	0.015
Mampostería de piedra	0.017 – 0.020	0.018
Canal de tierra sin revestir	0.027 – 0.040	0.033
Anal revestido con hormigón	0.013 – 0.015	0.015

Fuente: Basurto, (2019)

En la figura 13 se aprecia la tubería parcialmente llena donde el diámetro. De manera que, está conformado por la altura que tiene la sección del conducto., mediante las fórmulas establecidas anteriormente se estima el valor del caudal requerido para el diseño.

Figura 13
Tubería parcialmente llena



Fuente: Basurto, (2019)

2.1.11.2. Velocidades máximas en tuberías

De manera que, Cuzco & Hernández (2024), indica que “Las velocidades en tuberías, se debe tomar en cuenta la cantidad de flujo residual que pasa por un periodo de tiempo. Por lo tanto, la cantidad máxima que transcurre por las tuberías establece de un 4.5 m/s en los sólidos que son arrastrados. Sin embargo, las

velocidades permisibles se basan en el tipo de material empleado para su evacuación” (p. 49).

En la presente tabla 12 se detallan la velocidad máxima y coeficiente de rugosidad, en base al material que se está utilizando. De manera que, nos permite determinar el coeficiente de rugosidad a través de la velocidad máxima de los sólidos que son arrastrados.

Tabla 12
Velocidad Máxima y coeficiente de Rugosidad

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple: Con uniones de mortero	4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 – 4	0,013
Asbesto cemento	4.5 – 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Fuente: Cuzco & Hernández, (2024)

2.1.11.3. Tensión tractiva

Espinoza (2022), La tensión tractiva es utilizada para evitar obstrucciones, por el líquido residual depositado que son transportado por los colectores. Es conocida como esfuerzo tangencial unitario, lo que permite que actúe sobre los sedimentos que son generados en los domicilios y poder ser arrastrados.

$$\tau = \frac{W \operatorname{sen} \phi}{PL}$$

Dónde:

τ = Tensión tractiva (N/m², Pa).

P= Perímetro Mojado (m).

L= Longitud (m).

W= Peso (Newtons).

El peso (W) está dado por:

$$W = \rho * g * AL$$

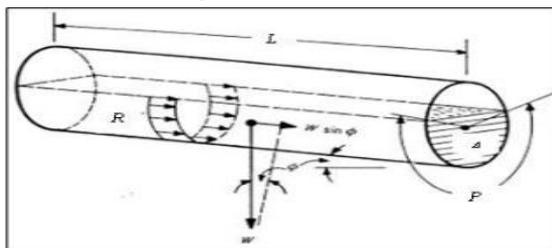
Dónde:

ρ =Densidad de aguas residuales (kg/m^3).

g = Aceleración de la gravedad (m/s^2).

En la figura 14 representa la tensión tractiva de un colector circular para aguas residuales, en base su longitud L, el área transversal de la tubería y perímetro mojado en relación del peso para el arrastre de los líquidos.

Figura 14
Tensión tractiva para un colector circular



Fuente: Espinoza, (2022)

2.1.11.4. Tensión tractiva mínima

Paco (2023), La tensión tractiva mínima procura la autolimpieza de los sedimentos que se encuentran en las tuberías, por lo menos una vez al día. Por lo tanto, se establece un valor de 1 Pa (N/m^2) para que flujo de aguas servidas supere el sedimento y sean transportados al emisario final, mediante la siguiente ecuación se estima dicho valor.

$$t_{min} = f * (\gamma_a - \gamma_w) * d_{90\%} - d_{95\%}$$

Donde :

t_{min} = Tensión tractiva mínima (kg/m^2)

f = Constante adimensional

γ_a = Peso específico del material de fondo como arena

γ_w = Peso específico del agua (kg/m^3)

$d_{90\%} - d_{95\%}$ = Diámetro del 90% al 95% de las partículas a ser transportadas
(m)

En la siguiente tabla 13 se observa el valor constante adimensional (f), donde representa los diferentes materiales que se encuentran en el interior de las tuberías.

Tabla 13
Valores de (f)

Material	Constante adimensional (f)
Arena limpia	0.04
Arena en suspensión	0.05 a 0.06
Arena pegajosa	0.8

Fuente: Paco, (2023)

2.1.11.5. Velocidad Crítica

La velocidad crítica se relaciona con la mezcla de agua y sedimentos que son proporcionados de las descargas domiciliarias, a su vez quedan atrapadas en el fondo de las tuberías. Por lo tanto, el tirante debe ser el 50% del diámetro del colector, para que los gases que se generan en el interior tengan la ventilación necesaria.

En la siguiente ecuación se calcula la velocidad crítica:

$$V_{C=6*\sqrt{g*Rh}}$$

Donde :

V_C = Velocidad crítica (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

R_h = Radio Hidráulico (m)

2.1.12. Estructuras en la Red Sanitaria

2.1.12.1. Separación en las cámaras de revisión

Ordoñez (2021), Los pozos de revisión permiten el acceso del personal autorizado para ofrecer mantenimiento y limpieza de la infraestructura subterránea. Es más, sirve de ventilación por los gases que son generados en el interior de las

cámaras de inspección. Además, la distancia 1,20 m en tuberías de 750 mm acorde al proyecto requerido para su construcción.

En relación con la tabla 14 se verifica la distancia de los pozos de inspección acorde el diámetro de tubería que proporciona en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario.

Tabla 14
Separación máxima entre pozos

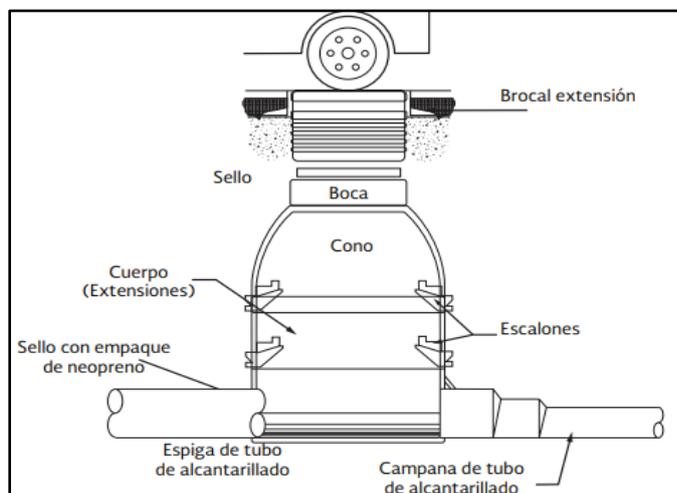
Equipo técnicamente avanzado		Equipo tradicional	
Diámetro (mm)	Separación máxima (m)	Diámetro (mm)	Separación máxima (m)
150 – 400	150	150 – 400	100
400 y mayores	200	400 y mayores	120

Fuente: Ordoñez, (2021)

2.1.12.2. Pozos de visita prefabricados

Conagua (2019), Los pozos de inspección prefabricados son construidos especialmente de concreto, por ello debe cumplir con la hermeticidad en su estructura. Es decir, las conexiones de las tuberías estén acopladas sin sufrir rupturas y fugas de aguas residuales. Por esta razón, son fabricados bajo la norma mexicana NMX-C-413 para ser ensamblados en un proyecto de red sanitaria y ahorrar tiempo de fabricación in situ.

Figura 15
Pozo de visita prefabricado



Fuente: Conagua, (2019)

2.1.12.3. Tapa de hormigón armado

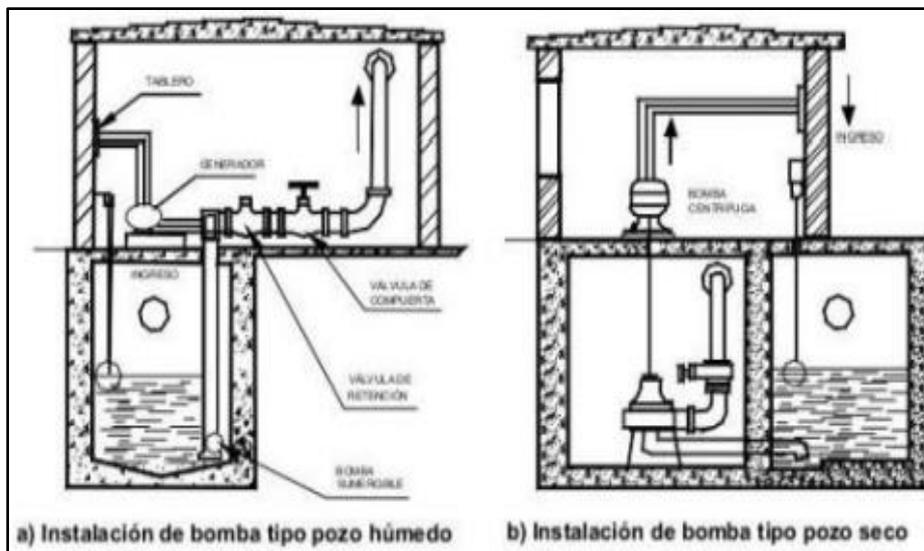
De manera que, Emasesa (2022), Indica que “Las tapas de hormigón conocidas como tapa de registro, su función es cerrar las cámaras de inspección y evitar accidentes por peatones, vehículos que pasan encima de la infraestructura. La sección circular que se emplea es de 600 a 700 mm al contorno del pozo y la altura del marco mínimo de 100mm en base a los criterios técnicos de saneamiento” (p. 29).

2.1.12.4. Estación de bombeo

Según Marcillo (2022), Indica que “Son construidas para la captación y transportación de los líquidos residuales que se almacenan en reservorios, ya sea por pendientes muy bajas a niveles superiores en su evacuación. Por esta razón, tiene la finalidad de emplear una estación de bombeo correspondiendo al sector que presenta dicho inconveniente, según el caso de emplear un conjunto de bombas” (p.41).

Se aprecia en la Figura 16 los tipos de estaciones de bombeo para aguas residuales que se utilizan para drenar el flujo en pendientes muy bajas. Por ende, son empleadas bombas sumergibles que permite un desabastecimiento rápido de los flujos que se encuentran dentro de un reservorio

Figura 16
Tipos de estaciones de bombeo



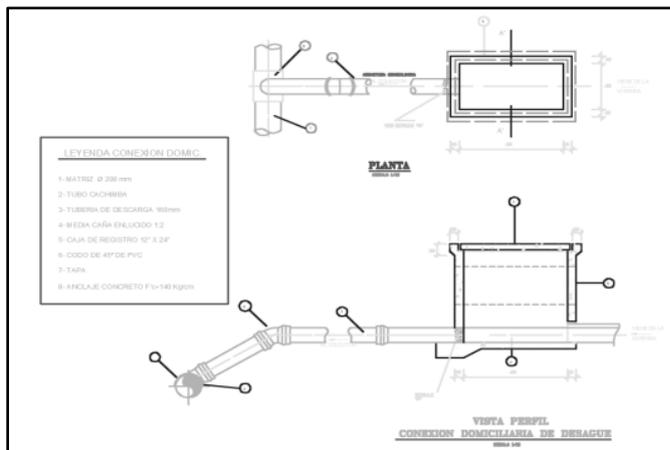
Fuente: Marcillo, (2022)

2.1.12.5. Caja de registro

Cotos (2020), Indica que “Las cajas de registro son implementadas en los domicilios, lo que permite un desabastecimiento de las aguas servidas por medio de tuberías. En otras palabras, los elementos que conforman se identifican como empalme su función es tener una descarga libre a la atarjea” (p.47).

En la figura 17 se observa la conexión de la caja domiciliaria con sus respectivas tuberías y accesorios para un mejor control para aguas servidas descargadas de los domicilios.

Figura 17
Caja de registro



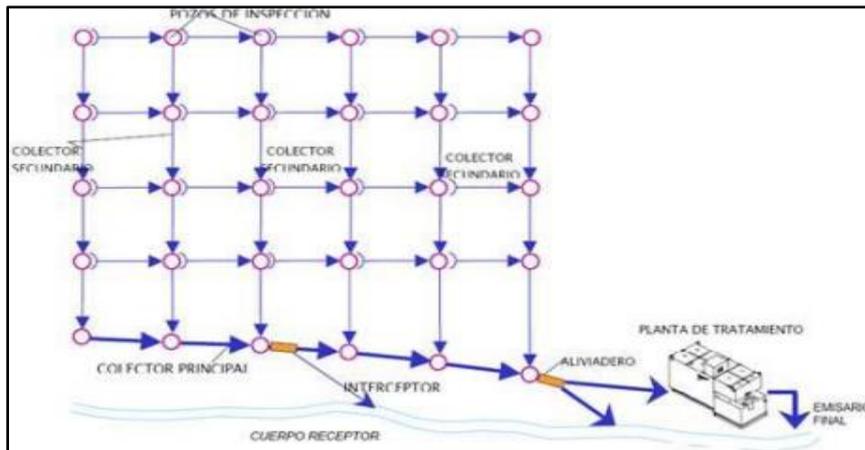
Fuente: Cotos, (2020)

2.1.12.6. Disposición final

Según Cepeda (2023), Indica que "La disposición final hace énfasis al líquido tratado por una PTAR , quitándole las impurezas que conlleva el agua residual. Por esta razón, es de vital importancia tratar el flujo antes de evacuar a los ríos o riachuelos para no generar la contaminación necesaria a la vida acuática. Estas aguas pueden ser reutilizadas para jardines y riego de parques“(p.35).

En la siguiente figura 18 se observa el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, como van enlazadas desde los domicilios a la disposición final para ser tratadas.

Figura 18
Elementos de un sistema de alcantarillado



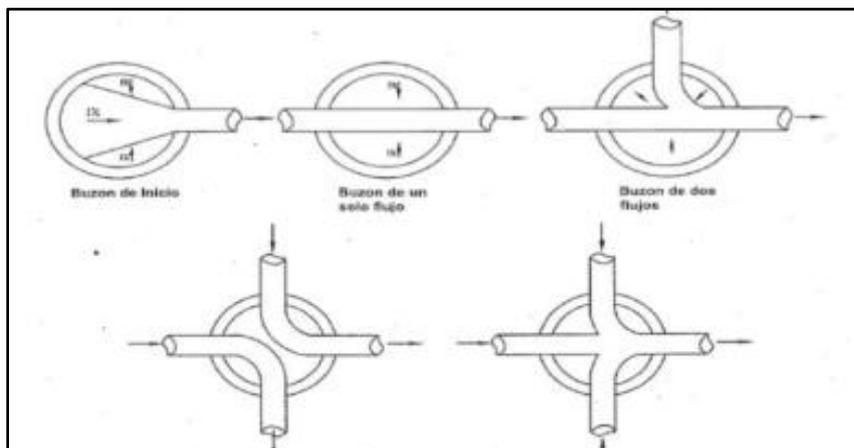
Fuente: Cepeda, (2023)

2.1.12.7. Canaletas media caña

Huamani (2019), Indica que “ Estas canaletas son diseñadas para la transportación de aguas residuales , se encuentran ubicados en el fondo de las cámaras de inspección. La pendiente de la infraestructura debe ser un 25 % para que los fluidos recorran y no se queden atrapados” (p.35).

En la figura 19 se puede observar los elementos que consta las canaletas de media caña para el transporte de fluidos, son implementados en el fondo de una cámara de inspección. De manera que , son instaladas en la direccion de la descarga de los domicilios para evitar otrucciones y tome mayor tiempo de evacuacion.

Figura 19
Canaletas de media caña



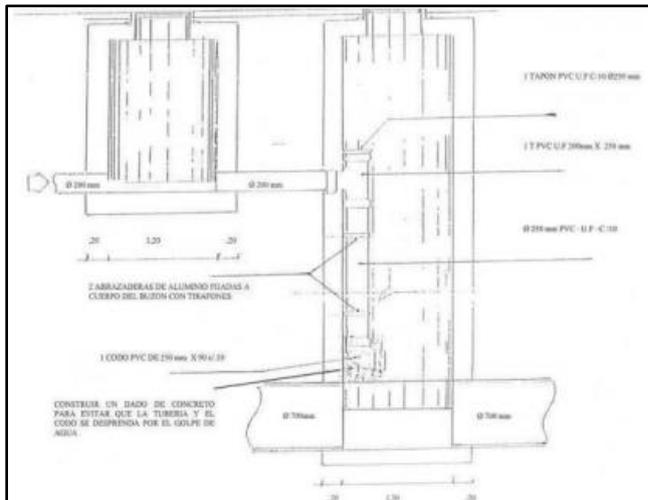
Fuente: Huamani, (2019)

2.1.12.8. Camaras de caída

Son consideradas cuando las tuberías no atraviesan por el mismo nivel de las cámaras de inspección. Es decir, se deberá construir una infraestructura adicional para proyectar una caída correcta de los flujos residuales, para generar que la estructura se deteriore por una sola pared. Este procedimiento se realiza cuando está a un 1m de altura de la cámara.

En la figura 20 se observa la infraestructura que es instalada dentro del buzón para que los líquidos residuales tengan una mejor caída al llegar a la cámara de inspección, no generen inconvenientes durante su funcionamiento.

Figura 20
Camara de caída



Fuente: Huamani, (2019)

2.1.12.9. Tanques sépticos

Estos tanques se encargan de almacenar los fluidos que son descargados de los domicilios, instituciones e industrias. De manera que, el principal objetivo es tener una estabilidad en el tratado de los fluidos que son sedimentados en el fondo, periódicamente tienden a ser evacuados por el personal capacitado y autorizado.

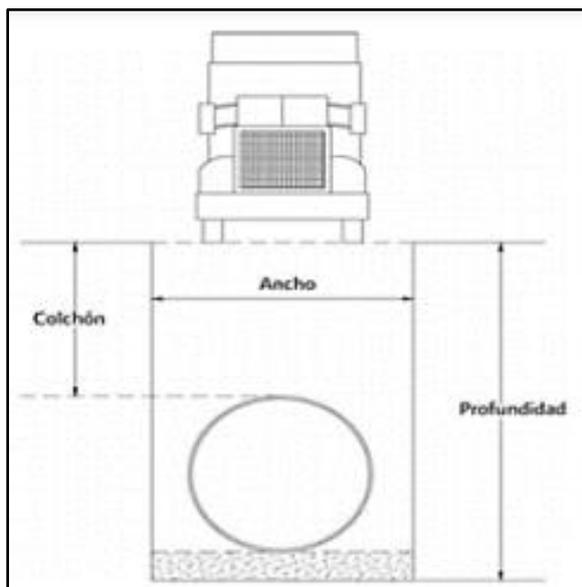
2.1.13. Profundidades de las zanjas

De acuerdo con Andrade & Jaramillo (2022), Indica que “Las profundidades se realizan acorde a la topografía del terreno, para que los fluidos tienden a ser

transportados a una velocidad máxima. Además, el calado de para la red sanitaria su cota debe ser de 1.20 m de profundidad mínima. Por lo tanto, en los pozos la profundidad es de 1.50 para la salida, por ello al cubrir las zanjas con las tuberías inmersas es necesario utilizar material fino, para no ocasionar fisuras en las tuberías por rocas” (p.53).

En la figura 21 se aprecia la profundidad de la zanja con sus respectivos elementos que conforman para la instalación de tuberías en un sistema de alcantarillado sanitario.

Figura 21
Profundidad de la zanja sanitaria



Fuente: Andrade & Jaramillo, (2022)

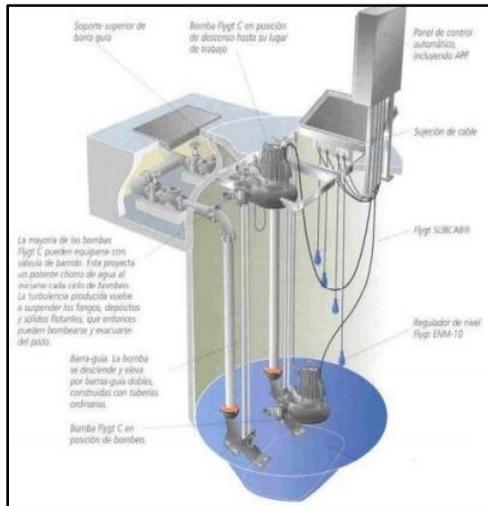
2.1.14. Accesorios Complementarios

2.1.14.1. Bombas Sumergibles

Según Abad (2022), Indica que “Estas bombas son encargadas de succionar el líquido residual que se encuentra en el interior de un reservorio. De manera que, se utilizan cuando existe una menor pendiente al emisario final, su funcionamiento es por medio de energía eléctrica de forma automática y se activa por medio de un sensor las horas de bombeo se realiza cuando el estanque este proceso de llenado” (p.21).

En la figura 22 se visualiza la bomba sumergible que es utilizada para bombear las Aguas Residuales y se encuentran ubicadas en un pozo de bombeo donde se almacena las aguas aprovechado en diferentes usos. De manera que, se aplica para terrenos con pendientes inferiores a la conexión de una red principal, por esta razón es necesario evaluar la capacidad de la bomba acorde al volumen del flujo a tratar.

Figura 22
Bomba Sumergible de Aguas Servidas



Fuente: Abad, (2022)

2.1.15. Válvulas

2.1.15.1. Distribución de válvulas

Sedapal (2019), En un sistema de alcantarillado sanitario está compuesto por tuberías y accesorios conectados a las infraestructuras. De manera que, se distribuye por diferentes conexiones en las redes, para dar mantenimiento es necesario contar con válvulas que permitan el cierre de los fluidos.

2.1.15.2. Válvulas de compuertas

Las válvulas de compuertas son utilizadas para el bloqueo del flujo residual como un accesorio implementado en las tuberías. Es de gran utilidad para prevenir que el líquido transite a mayor velocidad y realizar mantenimientos si presenta fugas. Sin embargo, los componentes y materiales utilizados en una válvula de aguas residuales deben cumplir con la Normativa NTP-ISO 7259, brinda la seguridad necesaria para un control adecuado de los líquidos.

En la tabla 15 especifica los componentes de una válvula de compuerta para aguas residuales y los materiales según la normativa que establece.

Tabla 15
Válvulas de compuerta

Componentes o elementos	Materiales
Cuerpo y tapa	Hierro dúctil ISO 1083 JS 450-10, ASTM A536 Grado 65-45-12, o calidad superior
Compuerta	Hierro dúctil ISO 1083 JS 450-10, ASTM A536 Grado 65-45-12, o calidad superior. Debe ser completamente revestido de elastómero NBR 70 shore A según EN 681-1, ISO 4633, o calidad superior.
Vástago o eje	Acero inoxidable AISI 304 forjado en frío, o calidad superior
Collar o tuerca del vástago	Aleación de cobre o material de rendimiento superior
O-rings	Elastómero NBR EN 681-1, ISO 4633, o calidad superior
Tornillos/pernos de ajuste interno y externo	Acero inoxidable AISI 304, o calidad superior

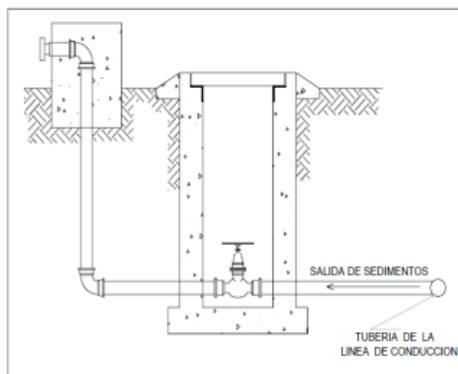
Fuente: Sedapal, (2019)

2.1.15.3. Válvulas de purga

Son utilizadas para terrenos con pendientes muy bajas a la línea de la red instalada. Además, con este tipo de válvulas sirve para eliminar los sedimentos que se encuentran en el interior de las tuberías.

En la siguiente figura 23 se aprecia la función que realiza la válvula de purga para un control adecuado de los flujos residuales.

Figura 23
Válvula de purga



Fuente: Sedapal, (2019)

2.1.15.4. Válvulas de aire o ventosas

Estas válvulas sirven para liberar el aire que se encuentra en el interior de las tuberías. Además, se utilizan para controlar el flujo que son transportados por el

interior son de gran importancia utilizar por la acumulación de los gases que se generan.

2.1.15.5. Válvulas reguladoras de presión

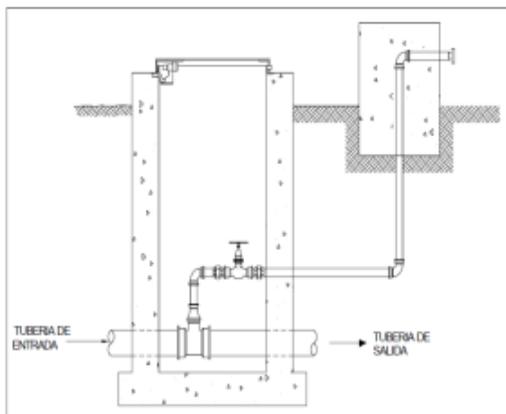
Las válvulas de presión regulan las aguas residuales que son trabajadas a gravedad. Además, sirven para establecer un mínimo de cierre en las tuberías no transiten a mayor velocidad por las tuberías.

2.1.15.6. Válvulas reguladoras de caudal

Son utilizadas para establecer un rango específico del líquido residual, son sustituidos por tramos cortos de diámetro. De manera que, permite la extracción de aire por los hidratantes que se generan en cada una de las tuberías empleadas.

En la figura 24 se aprecia la tubería de entrada y la tubería de salida, a través de estas válvulas permite reemplazar las válvulas de aire.

Figura 24
Válvula de aire manual



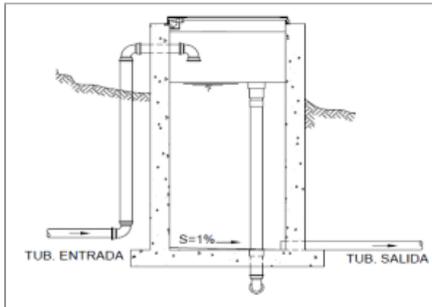
Fuente: Sedapal, (2019)

2.1.15.7. Tanque rompe presión

Estas válvulas se encargan de romper la presión de los líquidos residuales en la línea de conducción de la red y son enlazados a para ser evacuados a un nivel estático. La presión se genera en estática máxima, dinámica máxima, dinámica mínima y nominal mínimo.

En la figura 25 se observa el tanque al que llegan los flujos utilizados, tratan de reducir la presión que se genera por la velocidad máxima al llegar por medio de los conductos.

Figura 25
Tanque rompe presión



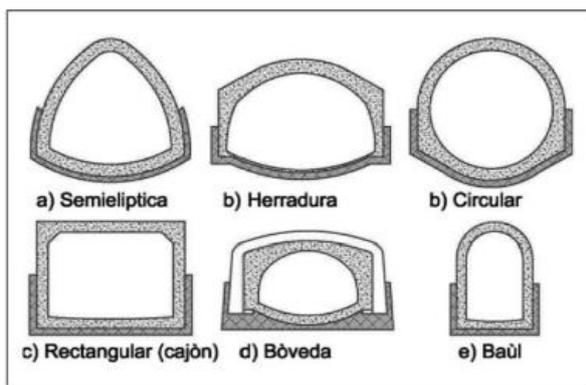
Fuente: Sedapal, (2019)

2.1.16. Geometría de los Alcantarillados

Villacís (2022), Indica que “En la geometría se establece acorde al proyecto requerido y lugar donde se va a implementar la infraestructura. Por lo tanto, existen diferentes alcantarillados que permiten el acceso del personal autorizado son visitables, otros sistemas que no se puede ingresar desde que son construidos. La sección circular es utilizada comúnmente para una red sanitaria en sectores urbanos y rurales” (p.49).

En la figura 26 representa las secciones de conductos para la transportación y evacuación de las Aguas Residuales de forma segura, evitando inconvenientes durante su funcionamiento.

Figura 26
Secciones de Conductos



Fuente: Villacís, (2022)

2.2 Marco Legal

2.2.1. Normas Técnicas Internacionales en Sistemas de Alcantarillado Sanitario

- Norma Técnica: NP-074 (Cámara de Inspección Prefabricada para Alcantarillado).
- Norma técnica de servicio NS-085 (Criterios de Diseño de Sistema de alcantarillado).
- Norma oficial mexicana: NOM-001-CONAGUA-2011(Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba).
- Reglamento Nacional: NB 688 (Reglamentos técnicos de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial).
- Norma chilena oficial: NCh1105.Of1999 (Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales -Diseño y cálculo de redes).
- Norma Colombiana: NDI-SE-RA-007/V2.0 (Norma técnica de recolección de aguas residuales y lluvias).
- Norma Técnica ntc Colombiana NTC 1500 (suministro de agua; sistema de desagüe; instalación sanitaria; fontanería; código).

2.2.2. Normas Técnicas Nacionales en Sistemas de Alcantarillado Sanitario

- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 374:2009 (Tubería plástica. tubería de PVC rígido para usos sanitarios en sistemas a gravedad. requisitos).
- NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q 2009.
- NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-11 (Norma Hidrosanitaria NHE agua).
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN INEN 5 (Diseño de Instalaciones Sanitarias).

Indica que:

- Las presentes normas aplican para el diseño redes de alcantarillado sanitario, cabe mencionar que brinda información necesaria, lo cual da a conocer la clasificación de las cámaras de inspección e instalaciones sanitarias. Además, establecen parámetros de diseño, en geometría, materiales fabricados y prefabricados.

2.2.3. Leyes sobre Sistemas de Alcantarillado Sanitario**2.2.3.1. Ley general de servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario**

Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto regular las actividades de producción de agua potable, su distribución, la recolección de aguas servidas y la disposición final de estas.

Artículo 2. Son objetivos particulares de la presente Ley:

1. La exploración, producción y distribución de agua potable y la recolección y disposición de las aguas servidas.
2. El otorgamiento, fiscalización, caducidad y cancelación de concesiones para establecer y explotar racionalmente estos servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo con lo establecido en la presente Ley.
3. La fiscalización del cumplimiento de las normas referidas a la prestación de los servicios y actividades productivas conexas y la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento.
4. Las relaciones entre las concesionarias y los prestadores de servicios y de estos con el Estado y los usuarios.
5. Los conceptos generales e información de la consideración, aprobación, fijación y fiscalización de las tarifas.
6. Dictar y supervisar el cumplimiento de las normas técnicas propias de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

Artículo 3.- Corresponde al Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), como Ente Regulador, la aplicación de la presente Ley, sin perjuicio de las

facultades conferidas por su ley orgánica y de las concedidas por sus respectivas leyes a los Ministerios de Salud y del Ambiente y los Recursos Naturales.

2.2.3.2. Ley general de servicios de saneamiento (ley n° 26338)

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1o.- La presente Ley establece las normas que rigen la prestación de los servicios de saneamiento.

Artículo 2o.- Para los efectos de la presente Ley, la prestación de los Servicios de Saneamiento comprende la prestación regular de: servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial y disposición sanitaria de excretas, tanto en el ámbito urbano como en el rural.

Artículo 9o.- Corresponde a la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, a quien en adelante se le denominará "La Superintendencia", garantizar a los usuarios la prestación de los servicios de saneamiento en las mejores condiciones de calidad, contribuyendo a la salud de la población y a la preservación del ambiente, para lo cual debe ejercer las funciones establecidas en la Ley No. 26284 y adicionalmente las siguientes:

- a) Coordinar con los municipios los planes maestros que deban ejecutar las entidades prestadoras, dentro del ámbito de su jurisdicción a efecto de verificar si se han formulado de acuerdo con las normas emitidas por la Superintendencia.
- b) Proponer la normatividad necesaria para proteger los recursos hídricos contra la posible contaminación generada por las entidades prestadoras y velar por su cumplimiento.
- c) Otras funciones establecidas por la presente Ley.

Artículo 10o.- Los sistemas que integran los servicios de saneamiento son los siguientes:

Servicio de Alcantarillado Sanitario y Pluvial a. Sistema de recolección, que comprende: Conexiones domiciliarias, sumideros, redes y emisores.

- a) Sistema de tratamiento y disposición de las aguas servidas.

b) Sistema de recolección y disposición de aguas de lluvias.

El daño o la depredación de los equipos e instalaciones de los servicios de saneamiento, así como el uso indebido de los mismos serán sancionados en la forma que establezca el Reglamento de la presente Ley y las disposiciones que para el efecto dicte la Superintendencia, sin perjuicio de la responsabilidad penal que tuviese el infractor.

2.2.3.3. Ley general de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario

CAPÍTULO II

Definiciones

Arto. 4 los servicios públicos de agua potable y alcantarillados regulados por la presente ley incluyen la exploración, producción y distribución de agua potable y la recolección de aguas servidas y su correspondiente disposición.

Arto.5 Para los efectos de la presente ley se entenderá por:

1) Exploración de Agua Potable, es el reconocimiento que se hace en el terreno para localizar mantos de agua bajo la superficie de la tierra o para localizar fuentes en cuerpos y cursos de agua superficiales.

2) Producción de agua potable, es la extracción, captación y tratamiento de agua cruda, para su posterior distribución en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, incluyendo las conducciones que sean necesarias para llevar el agua producida hasta la concesión de distribución. (Gaceta, 1998).

2.2.3.4. Ley de gestión ambiental, codificación

Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

Art. 25.- La Contraloría General del Estado podrá, en cualquier momento, auditar los procedimientos de realización y aprobación de los estudios y evaluaciones de impacto ambiental, determinando la validez y eficacia de éstos, de acuerdo con la Ley y su Reglamento Especial. También lo hará respecto de la eficiencia, efectividad y economía de los planes de prevención, control y mitigación de impactos negativos de los proyectos, obras o actividades. Igualmente podrá contratar a personas naturales o jurídicas privadas para realizar los procesos de auditoría de estudios de impacto ambiental.

Art. 26.- En las contrataciones que, conforme a esta Ley deban contar con estudios de impacto ambiental, los documentos precontractuales contendrán las especificaciones, parámetros, variables y características de esos estudios y establecerán la obligación de los contratistas de prevenir o mitigar los impactos ambientales. Cuando se trate de concesiones, el contrato incluirá la correspondiente evaluación ambiental que establezca las condiciones ambientales existentes, los mecanismos para, de ser el caso, remediarlas y las normas ambientales particulares a las que se sujetarán las actividades concesionadas.

2.2.3.4. Ley de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario del 29 de octubre de 1999

Artículo 1°.- (Objeto) La presente Ley tiene por objeto establecer las normas que regulan la prestación y utilización de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y el marco institucional que los rige, el procedimiento para otorgar Concesiones y Licencias para la prestación de los servicios, los derechos y obligaciones de los prestadores y usuarios, el establecimiento de los principios para fijar los Precios, Tarifas, Tasas y Cuotas, así como la determinación de infracciones y sanciones.

Artículo 2°.- (Ámbito de aplicación) Están sometidas a la presente Ley, en todo el territorio nacional, todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, cualquiera sea su forma de constitución, que presten, sean Usuarios o se vinculen con alguno de los Servicios de Agua Potable y Servicios de Alcantarillado Sanitario.

Artículo 3°.- (Saneamiento básico) El sector de Saneamiento Básico comprende los Servicios de: agua potable, alcantarillado sanitario, disposición sanitaria de excretas, residuos sólidos y drenaje pluvial.

Artículo 4°.- (Alcance de la Ley) La presente Ley se aplica a los servicios básicos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, y crea la Superintendencia de Saneamiento Básico.

Artículo 5°.- (Principios) Los principios que rigen la prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario son:

- a. universalidad de acceso a los servicios;
- b. calidad y continuidad en los servicios, congruentes con políticas de desarrollo humano;
- c. eficiencia en el uso y en la asignación de recursos para la prestación y utilización de los servicios;
- d. reconocimiento del valor económico de los servicios, que deben ser retribuidos por sus beneficiarios de acuerdo a criterios socio-económicos y de equidad social;
- e. sostenibilidad de los servicios;
- f. neutralidad de tratamiento a todos los prestadores y usuarios de los servicios, dentro de una misma categoría; y,
- g. protección del medio ambiente.

Artículo 6°.- (Sistema de Regulación Sectorial) Los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del Sector de Saneamiento Básico quedan incorporados al Sistema de Regulación Sectorial (SIRESE) y sometidos a las disposiciones contenidas en la Ley N° 1600, Ley del Sistema de Regulación Sectorial, de 28 de octubre de 1994, sus reglamentos y la presente Ley y sus reglamentos.

Artículo 7°.- (Utilidad pública) Las obras destinadas a la prestación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario son de interés público, tienen carácter de utilidad pública y se hallan bajo protección del Estado.

2.2.3.4. Ley general de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario (LEY N°. 297)

Capítulo I. Disposiciones generales

Artículo 1.- La presente Ley tiene por objeto regular las actividades de producción de agua potable, su distribución, la recolección de aguas servidas y la disposición final de estas.

Artículo 2.- Son objetivos particulares de la presente Ley:

1. La exploración, producción y distribución de agua potable y la recolección y disposición de las aguas servidas.
2. El otorgamiento, fiscalización, caducidad y cancelación de concesiones para establecer y explotar racionalmente estos servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo con lo establecido en la presente Ley.
3. La fiscalización del cumplimiento de las normas referidas a la prestación e los servicios y actividades productivas conexas y la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento.
4. Las relaciones entre las concesionarias y los prestadores de servicios y de éstos con el Estado y los usuarios.
5. Los conceptos generales e información de la consideración, aprobación, fijación y fiscalización de las tarifas.
6. Dictar y supervisar el cumplimiento de las normas técnicas propias de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

Artículo 3.- Corresponde al Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) , como Ente Regulador, la aplicación de la presente Ley, sin perjuicio de las facultades conferidas por su ley orgánica y de las concedidas por sus respectivas leyes a los Ministerios de Salud y del Ambiente y los Recursos Naturales.

2.2.3.4. Ordenanza de regulación, administración y control de tarifas de agua potable y alcantarillado

SECCION II

EL SERVICIO DE ALCANTARILLADO

Art. 51.- Por servicio de alcantarillado se entiende el sistema de conductos subterráneos y estructuras especiales empleados recolección y evaluación de aguas servidas y aguas lluvias.

Este sistema se califica en: Sistema de Alcantarillado Combinado; Sistema de Alcantarillado Pluvial; y, Sistema de Alcantarillado Sanitario. a) Por sistema de alcantarillado combinado se entiende aquel que se utiliza para la conducción conjunta de aguas servidas y de aguas lluvias.

b) Por sistema de alcantarillado pluvial, se entiende aquel que se utiliza únicamente para la conducción de aguas lluvias.

e) Por sistema de alcantarillado sanitario, se entiende aquel que se utiliza únicamente para la conducción de aguas servidas.

Art. 53- La acometida al sistema de alcantarillado es obligatoria para todas las propiedades en áreas donde existe servicio de alcantarillado. Las acometidas domiciliarias serán conectadas a la red mediante conexiones para cada inmueble. Salvo casos especiales para las cuales se obtendrá la autorización previa por parte de EMAPAST EP. La construcción de las acometidas domiciliarias estará sujeta, en todo caso a lo señalado en el Reglamento de esta Ordenanza.

Art. 3.- El Servicio de Agua Potable se clasifica de acuerdo con las siguientes categorías:

a) CATEGORIA RESIDENCIAL O DOMÉSTICA: Pertenecen aquellos usuarios que utilicen el servicio con objeto de atender necesidades vitales. Este servicio corresponde al suministro de agua a locales y edificios destinados a vivienda.

b) CATEGORIA COMERCIAL: En estas categorías están incluidos los locales autorizados para fines comerciales, como almacenamiento, expendio y transporte de bienes y/o servicios.

c) CATEGORÍA INDUSTRIAL: Los predios en donde se desarrollan actividades productivas o actividades orientadas a la obtención, transformación y transporte de uno o varios insumos.

d) CATEGORÍA OFICIAL O PÚBLICA: En esta categoría se incluyen a las dependencias públicas y estatales, establecimientos educacionales gratuitos, así como también las instituciones de asistencia social, las mismas que pagaran el 50% del valor de las tarifas establecidas en la categoría Comercial y que en ningún caso podrán ser objeto de exoneración, de conformidad con lo dispuesto en el art. 568 COOTAD. La nómina de las instituciones o entidades que pertenecen a esta categoría constarán en los sistemas de recaudación y archivos de EMAPAST EP.

Las instituciones que se enmarcan dentro de esta categoría y que no constan en los sistemas y archivos de EMAPAST EP podrán solicitarlo, para lo cual EMAPAST EP emitirá una Resolución a través de la cual aprobará o negará dicha solicitud.

Art. 4.- Cualquier cambio de categoría, necesariamente obtendrá la aprobación de la Empresa.

➤ **Indica que:**

Las leyes mencionadas regulan los impactos ambientales lo cual ayuda a mitigar y prevenir durante su fase de construcción. Además, otorga la disposición de controlar durante su fase construcción en los sistemas de alcantarillado sanitario para un manejo óptimo de los flujos residuales. La ley de servicios en la red sanitaria, deben obtener los permisos necesarios para no ocasionar la contaminación al medio ambiente.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)

La presente investigación el planteamiento es con un enfoque mixto, dirigido hacia métodos cuantitativos y cualitativos de manera sistemática. En otras palabras, analizar de forma coherente la recolección de información a través de datos técnicos, que son de gran utilidad en un proyecto sanitario evitando inconvenientes durante su construcción.

3.2. Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)

El diseño investigativo es de alcance descriptivo, ya que se formulan preguntas y análisis de datos que se llevan a cabo dentro del proyecto. Es decir, el objetivo de este alcance es recolectar información en base a una hipótesis referente al estudio planteado sobre las nuevas infraestructuras sanitarias que están inmersas en la UNEMI.

3.3. Técnicas e instrumentos para obtener los datos

3.3.1. Recolección de datos en campo (Encuestas)

La recolección de datos en el área de estudio se realiza por medio de encuestas, se utiliza esta técnica para recopilar información necesaria en base al criterio de los estudiantes. Con el fin de obtener los datos correspondientes de manera eficaz y rápida por medio de cinco preguntas sintetizadas. Mediante la observación se obtendrá información de los distintos elementos de análisis de sitio para determinar el contexto.

En la figura 27 se observa el formato de la encuesta y esta formulado por medio 5 preguntas dirigido a los estudiantes de la UNEMI.

Figura 27
Formato de Encuesta

	UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
Nombre del encuestado:		
Lugar:		
Fecha:		
INSTRUCCIONES: Lea las preguntas y marque con una X la respuesta de SI o NO que más considera para el bienestar Universitario.		
PREGUNTAS	SI	NO
1. ¿Resulta molesto el colapso de las infraestructuras de AASS por falta de mantenimiento en la UNEMI?		
2. ¿Está de acuerdo que se implementen nuevas infraestructuras, para un manejo adecuado de la AASS?		
3. ¿Usted considera con la implementación de las nuevas infraestructuras mejorara el impacto ambiental ocasionado?		
4. ¿Le ocasiona malestar por el excesivo ruido durante la construcción del nuevo sistema de alcantarillado sanitario?		
5. ¿Con la implementación de las nuevas infraestructuras mejora la calidad de vida en los estudiantes?		

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

3.3.2. Estudios Topográficos

La topografía es de gran importancia para el desarrollo de obras civiles, nos permite obtener datos relevantes en el terreno de estudio. Mediante el apoyo de equipos especializados, es capaz de medir a ciertas distancias a una posición relativa para la obtención de puntos y coordenadas. Es decir, con la recolección de datos en campo se procede a calcular y dibujar a escala, referente al proyecto del sistema de alcantarillado sanitario.

3.3.2.1. Equipos y software

- Teodolito marca SOKKIA DT950LF Digital: Equipo utilizado en la toma de datos con sus respectivas coordenadas que establece la placa IGM (Instituto Geofísico Militar), de la UNEMI para la implementación del sistema sanitario.
- Nivel automático de marca SOUTH – D523: Se utilizó para determinar las elevaciones en el área de estudio, verificar si el terreno consta con una variación de cotas y no tener inconvenientes en la construcción de la red sanitaria.
- AutoCAD 2020- español (Spanish): Se emplea para representar un plano a escala donde consta con las cotas del terreno donde están inmersas las infraestructuras sanitarias.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población diseño actual

UNEMI, (2022)“47,759 estudiantes en la Universidad Estatal de Milagro” se centran en optimizar no solo los aspectos educativos, sino también la infraestructura de servicios esenciales, incluyendo un sistema de alcantarillado eficiente. Esta estimación considera el crecimiento académico proyectado, así como las necesidades de las instalaciones sanitarias para asegurar un entorno universitario higiénico y sostenible.

El diseño en la red sanitaria se adapta en la capacidad prevista de la población estudiantil, garantizando una gestión adecuada de las aguas residuales evitando la contaminación ambiental durante la etapa de ejecución. Este enfoque integral busca no solo acomodar la cifra especificada, sino también proporcionar instalaciones sanitarias en óptimas condiciones que promuevan el bienestar universitario.

3.4.2. Estimación futura

Es importante determinar la población a futura, lo que permite predecir el número de estudiantes en la institución y se estima un periodo de diseño para posibles expansiones. Por lo tanto, para el estudio sanitario se estableció la cantidad de alumnos de la UNEMI, debido a implementar infraestructuras que permita la suficiente capacidad de evacuar las aguas residuales.

3.4.3. Periodo de diseño

Este parámetro se establece considerando el lapso de la construcción en infraestructura sanitaria sin sufrir daños a corto tiempo y para satisfacer la necesidad proyectada en el establecimiento. Con el objetivo de minimizar los costos de inversión, operación y mantenimiento, con la finalidad de garantizar que la infraestructura cumpla con sus objetivos sin interrupciones durante su vida útil en la UNEMI.

3.4.4. Dotación

En el proyecto sanitario para determinar los caudales de diseño, es necesario verificar el consumo de agua potable que son utilizados en las edificaciones. De manera que, su dotación es de uso específico, es decir bajo la normativa INEN establece que en los centros universitarios deben tener un consumo por estudiante al día entre 40L y 60L.

CAPÍTULO IV

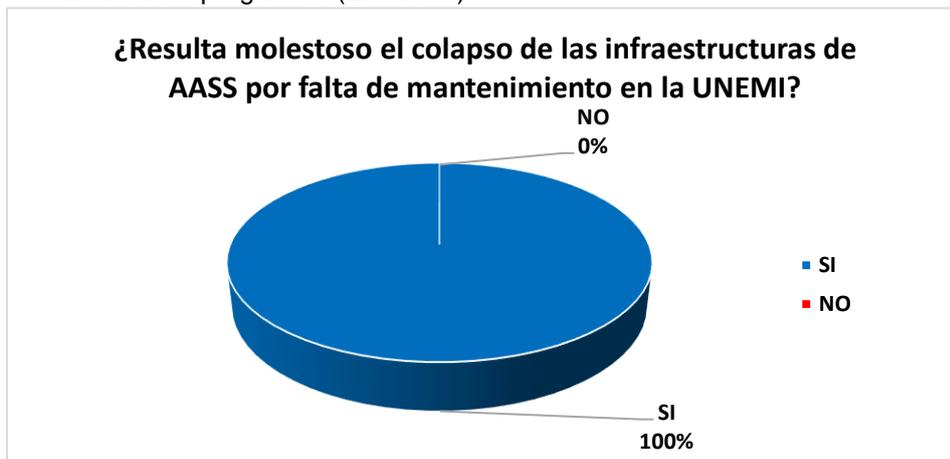
PROPUESTA O INFORME

4.1 Presentación y análisis de resultados

Las encuestas fueron desarrolladas a 6 estudiantes de la UNEMI, con el propósito de estimar el porcentaje de las preguntas establecidas y presentar un análisis de cada una de ellas. Este método sirve para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario optimizado.

En la pregunta 1 el 100 % de los estudiantes les resulta molesto el colapso de las infraestructuras de aguas residuales a la interna de la Universidad, es perjudicial para los estudiantes que se encuentran en sitios muy cercanos a la infraestructura colapsada. En la figura 28 se aprecia la incidencia de la respuesta encuestada.

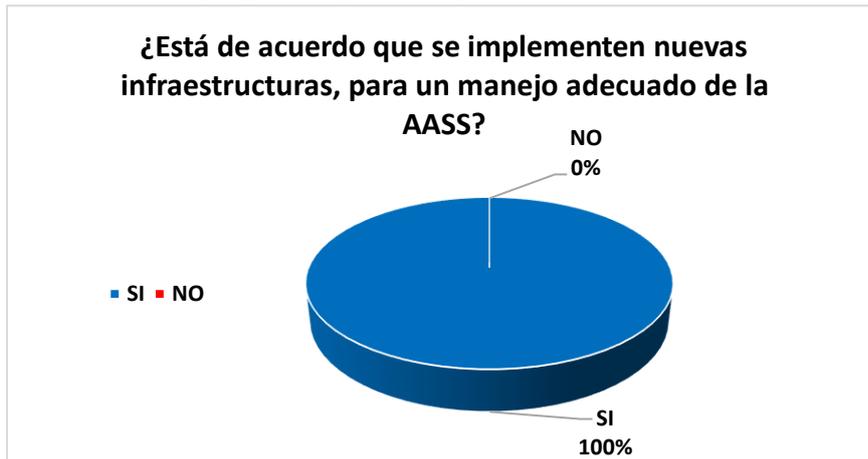
Figura 28
Resultado de la pregunta 1 (Encuesta)



Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

En la pregunta 2 el 100% de los estudiantes respondieron que sí están de acuerdo que se implementen nuevas infraestructuras para un control adecuado de las aguas residuales y no tener inconvenientes durante su funcionamiento. En la figura 29 expone un porcentaje relevante con esta afirmación establecida.

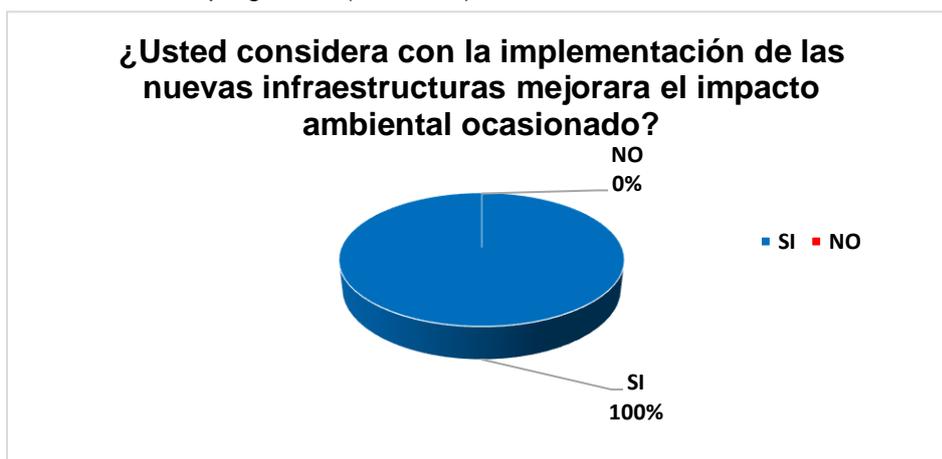
Figura 29
Resultado de la pregunta 2 (Encuesta)



Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

En la pregunta 3 el 100 % de los estudiantes consideran que mejorará el impacto ambiental ocasionado por el colapso de las infraestructuras y los flujos residuales que se encuentran a la intemperie. En la figura 30 se analiza que la mayor parte de los alumnos están de acuerdo con la implementación de un nuevo sistema de alcantarillado sanitario.

Figura 30
Resultado de la pregunta 3 (Encuesta)



Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

En la pregunta 4 el 80 % de los estudiantes no les ocasiona malestar por el ruido excesivo durante la construcción de las nuevas infraestructuras en la red sanitaria y el 20% de los estudiantes opinan lo contrario. En la figura 31 se observa el resultado que se llevó a cabo durante la encuesta.

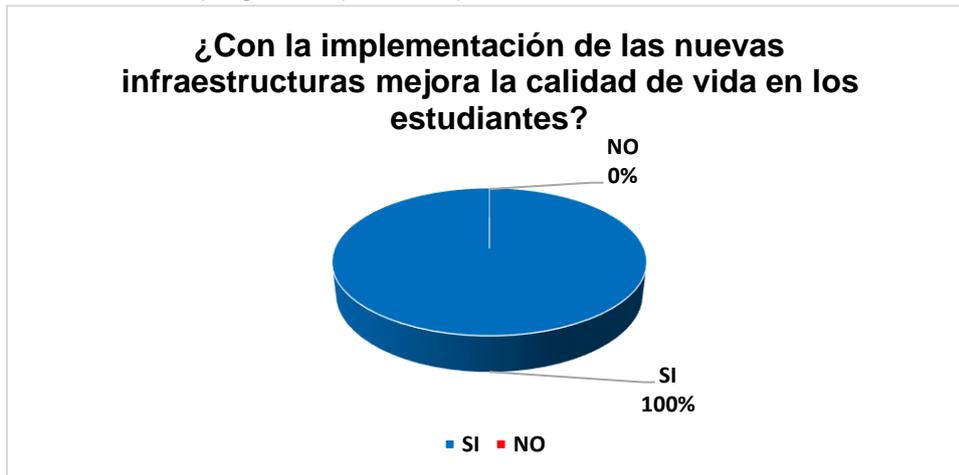
Figura 31
Resultado de la pregunta 4 (Encuesta)



Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

En la pregunta 5 el 100 % de los estudiantes de la UNEMI respondieron que, si mejorara la calidad de vida con las nuevas infraestructuras, sin tener la preocupación que el sistema colapse durante el tiempo de funcionamiento. En la figura 32 representa el porcentaje de la interrogante establecida.

Figura 32
Resultado de la pregunta 5 (Encuesta)



Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2. Propuesta (opcional)

4.2.1. Evaluación de Infraestructuras de Aguas Servidas -UNEMI

Durante el análisis de las infraestructuras existentes de la Universidad Estatal de Milagro se pudo constatar diferentes fallas en el manejo de las aguas residuales

que afectan directamente a algunas facultades, Cajas de aguas servidas que emanan malos olores e infiltraciones de agua residual a causa de tuberías que por el pasar del tiempo están rotas.

El agua residual de la UNEMI se descarga directamente a una red principal que luego es dirigida hacia un colector principal quien es el encargado de evacuar directamente a una cámara de inspección del sistema de alcantarillado público de milagro, a su vez debido a las bajas pendientes, las precipitaciones y el nivel freático elevado que tiene la universidad, se observó que esta propensa a sufrir inundaciones y a su vez el colapso de sus infraestructuras sanitarias.

En la Figura 33 se puede observar el bajo nivel de drenaje que presenta en el sector de la UNEMI.

Figura 33
Nivel de Drenaje bajo



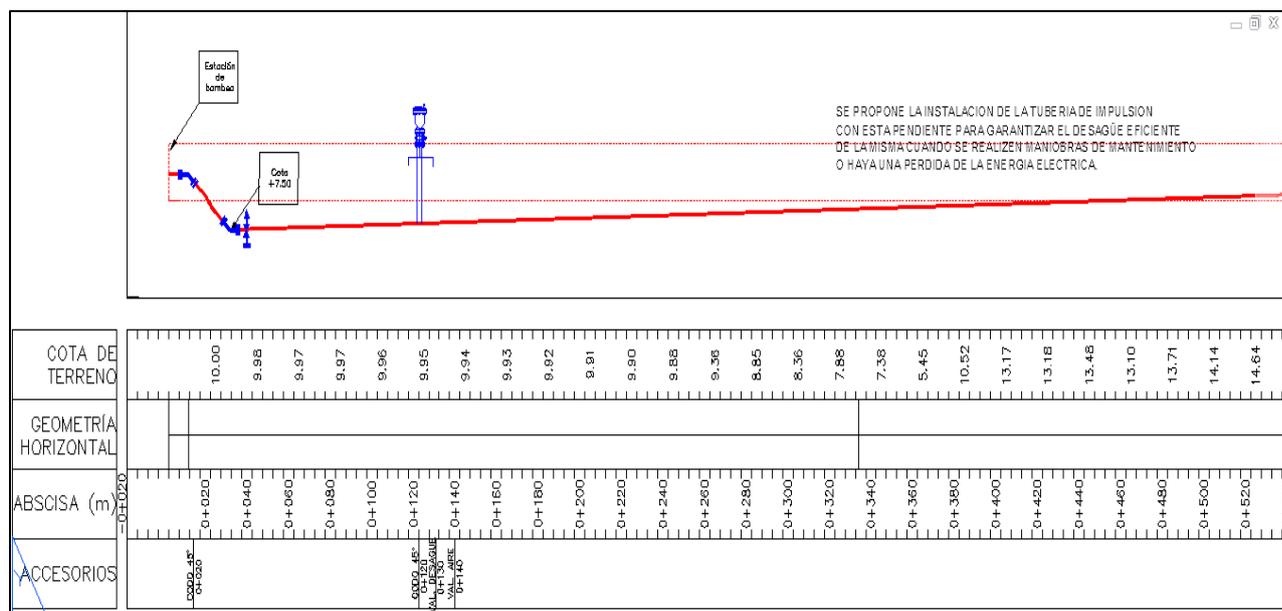
Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2.2. Cota

En la zona Norte mediante la nivelación geométrica se utilizó el nivel automático de marca SOUTH – D523. Durante la recolección de datos en el área de estudio se identificó una variación de cotas, es decir que la cota donde están inmersas las infraestructuras es de +7.50 m. Sin embargo, nos indica que su cota es inferior con la cota de la red principal de aguas servidas en la ciudad Milagro y su cota es de +9.68 m.

En la figura 34 se representa la geometría horizontal del diseño con sus respectivas cotas del terreno, abscisas, accesorios, que indica la cota +7.50m que están inmersas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Figura 34
Ubicación de cota



Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

La demanda actual que posee la universidad obliga a tener sistemas básicos de manera eficiente y que tengan un funcionamiento operacional óptimo. Las infraestructuras que están inmersas en la zona norte reflejan un sistema diferente en cuanto al control y manejo de las aguas residuales, cuya finalidad es repotenciar la evacuación de las aguas residuales a través de un Cárcamo de Bombeo y un sistema de impulsión que se encarga de llevar las aguas hacia la cámara de inspección de sistema público de milagro.

4.2.2. Cálculo hidráulico - sanitario en la UNEMI

El cálculo hidráulico se basa en estimar los caudales que son evacuados de cada edificación. Es decir, para obtener la información necesaria se verifica el consumo del agua por estudiante al día, que aporta en la Zona Norte de la UNEMI. Por lo tanto, mediante la recopilación de información se procede a calcular cada uno de ellos y obtener su caudal de diseño, con la finalidad de proponer el bosquejo optimizado del sistema de alcantarillado sanitario.

4.2.2.1. Caudal Medio (Qm)

El caudal medio (Qm), se obtiene mediante la cantidad de población, es decir que en la UNEMI cuenta 47,759 estudiantes. Su dotación en Universidades se encuentra de un 40lt a 60lt de consumo por estudiante al día, según la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC 2011) a continuación, en la tabla 16 representa los valores indicados.

Tabla 16
Dotación en Universidades

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
adelante		
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil/día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m ² área útil/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción, (2011)

El coeficiente de retorno o aporte “K” se utiliza de un 60% a 80% en base la norma boliviana (NB-688) Norma Técnica de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial, se tomará el 0.8 por razones de seguridad para determinar el Caudal medio (Qm).

$$Qm = \frac{\text{Población} * \text{Dotación}}{86400} * K$$

$$Qm = \frac{47759 * 50}{86400} * 0.8 = 22,11 \text{ lt/s}$$

4.2.2.2. Área de edificaciones (Ha)

El área de edificaciones es considerada para calcular el caudal de aguas servidas proyectado para un periodo de 25 años. Basado en la normativa EMAAP-Q la proyección mínima para un diseño de aguas servidas es de 30 años bajo las condiciones básicas del proyecto.

La Universidad cuenta con 3 edificaciones con sus correspondientes áreas, para el uso de los estudiantes y personal administrativo de la UNEMI, cada una de las edificaciones obtendrán drenajes de aguas servidas como se detalla en la tabla 17.

Tabla 17
Área de edificaciones (Cuencas)

Área de edificaciones (Ha)	
Torres de laboratorios	0.25
Centro de vinculación	0.32
Centro de biotecnología	0.17
Proyección futura	0.25

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2.2.3. Caudal de aguas residuales (Q_{aass})

Es el caudal que recibe el flujo del sistema de alcantarillado sanitario de las edificaciones, en función del agua utilizada por los estudiantes. La producción será constante a lo largo de los años según las necesidades que presenten dentro del establecimiento, por esta razón se requiere determinar su caudal de cada edificación.

La siguiente expresión determina el caudal de aguas residuales:

$$Q_{aass} = K_{coef.retorno} * d_{hab} * A * D_{ot}$$

Dónde:

Q_{aass} : Caudal de aguas residuales.

$K_{coef.retorno}$: Coeficiente de retorno.

d_{hab} : Densidad habitacional.

A : Área aportante.

D_{ot} : Dotación teórica de Agua potable (1L/s/Ha) NEC,2011.

- Caudal en las Torres de Laboratorios:

$$Q_{aass} = K_{coef.retorno} * d_{hab} * A * D_{ot}$$

$$Q_{aass} = 0.8 * 0.62 \text{ ha} * 0.99 \text{ ha} * 1 \text{ L/s/ha}$$

$$Q_{aass} = 0.49 \text{ l/s}$$

- Caudal Centro de Vinculación:

$$Q_{aass} = K_{coef.retorno} * d_{hab} * A * D_{ot}$$

$$Q_{aass} = 0.8 * 0.58 \text{ ha} * 0.99 \text{ ha} * 1 \text{ L/s/ha}$$

$$Q_{aass} = 0.46 \text{ l/s}$$

- Caudal Centro de Biotecnología:

$$Q_{aass} = K_{coef.retorno} * d_{hab} * A * D_{ot}$$

$$Q_{aass} = 0.8 * 0.58 \text{ ha} * 0.99 \text{ ha} * 1 \text{ L/s/ha}$$

$$Q_{aass} = 0.46 \text{ l/s}$$

- Caudal Proyección a Futura:

$$Q_{aass} = K_{coef.retorno} * d_{hab} * A * D_{ot}$$

$$Q_{aass} = 0.8 * 0.93 \text{ ha} * 0.99 \text{ ha} * 1 \text{ L/s/ha}$$

$$Q_{aass} = 0.74 \text{ l/s}$$

En la tabla 18 se refleja el volumen caudal de aguas servidas que pasan por un determinado tiempo de cada edificación en la UNEMI, así emplear las dimensiones necesarias en las tuberías.

Tabla 18
Caudal de Aguas Servidas

Cuencas	(Ha)	Q_{aapp} (l/s*Ha)	Q_{aass} (l/s)	Q_{aass} Acumulado
Torres de laboratorios	0.25	1	0.49	0.49
Centro de vinculación	0.32	1	0.46	0.95
Centro de biotecnología	0.17	1	0.46	1.41
Proyección futura	0.25	1	0.74	2.15
TOTAL	0.99		2.15	

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2.2.4. Factor de Mayoración (M)

El factor de mayoración se encarga de mayorar el caudal tramo por tramo acorde el incremento de la población. Es necesario determinar en cada una de las edificaciones que son consideradas para el diseño optimizado.

$$M = \frac{3.7}{Q_{aass}^{0.073324}} \leq 4$$

- Factor de Mayoración Torres de Laboratorios:

$$M = \frac{3.7}{Q_{aass}^{0.073324}} \leq 4$$

$$M = \frac{3.7}{(0.49)^{0.073324}}$$

$$M = 3.90$$

- Factor de Mayoración Centro de Vinculación:

$$M = \frac{3.7}{Q_{aass}^{0.073324}} \leq 4$$

$$M = \frac{3.7}{(0.95)^{0.073324}}$$

$$M = 3.71$$

- Factor de Mayoración Centro de Biotecnología:

$$M = \frac{3.7}{Q_{aass}^{0.073324}} \leq 4$$

$$M = \frac{3.7}{(1.41)^{0.073324}}$$

$$M = 3.61$$

- Factor de Mayoración a Proyección a Futura:

$$M = \frac{3.7}{Q_{aass}^{0.073324}} \leq 4$$

$$M = \frac{3.7}{(2.15)^{0.073324}}$$

$$M = 3.50$$

La tabla 19 representa el factor de mayoración y el mismo es aplicado para que en el Sistema de Alcantarillado Sanitario se determine la intensidad de evacuación de flujos residuales y garantizar que las infraestructuras inmersas resistan en su funcionamiento.

Tabla 19
Factor de Mayoración (M)

Cuencas	(Ha)	Q_{aapp} (l/s*Ha)	Q_{aass} (l/s)	Q_{aass} Acumulado	Factor de Mayoración (M)
Torres de laboratorios	0.25	1	0.49	0.49	3.90
Centro de vinculación	0.32	1	0.46	0.95	3.71
Centro de biotecnología	0.17	1	0.46	1.41	3.61
Proyección futura	0.25	1	0.74	2.15	3.50
TOTAL	0.99		2.15		

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2.2.5. Caudal máximo sanitario ($Q_{max.san}$)

Mediante el caudal máximo sanitario ($Q_{max.san}$) se aprecia la cantidad de flujo residual, que puede circular por las tuberías de impulsión. Es recomendable determinar el diámetro de tubería acorde al volumen transportado por medio de la red sanitaria y que no ocasionen pérdidas significativas de presión. Por tal motivo se aplica mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{max.san} = M * Q_{aass}$$

Dónde:

M : Factor de Mayoración.

Q_{aass} : Caudal de Aguas Servidas.

- Caudal Máximo Torres de Laboratorios:

$$Q_{max.san} = M * Q_{aass}$$

$$Q_{max. san} = 3.90 * 0.49 \text{ l/s}$$

$$Q_{max. san} = 1.91 \text{ l/s}$$

- Caudal Máximo Centro de Vinculación:

$$Q_{max. san} = M * Q_{aass}$$

$$Q_{max. san} = 3.71 * 0.46 \text{ l/s}$$

$$Q_{max. san} = 1.71 \text{ l/s}$$

- Caudal Máximo Centro de Biotecnología:

$$Q_{max. san} = M * Q_{aass}$$

$$Q_{max. san} = 3.61 * 0.46 \text{ l/s}$$

$$Q_{max. san} = 1.66 \text{ l/s}$$

- Caudal Máximo Proyección a Futura:

$$Q_{max. san} = M * Q_{aass}$$

$$Q_{max. san} = 3.50 * 0.74 \text{ l/s}$$

$$Q_{max. san} = 2.59 \text{ l/s}$$

Mediante el caudal de Aguas servidas y el factor de mayoración se determina el total del caudal máximo sanitario que puede escurrir a través de las tuberías para su evacuación a la red primaria, mismo que se aprecia en la tabla 20.

Tabla 20
Caudal máximo Sanitario (Q_{max.San})

Cuencas	(Ha)	Q_{aapp} (l/s*Ha)	Q_{aass} (l/s)	Q_{aass} Acumulado	Factor de Mayoración (M)	Q _{max.San} (L/s)
Torres de laboratorios	0.25	1	0.49	0.49	3.90	1.91
Centro de vinculación	0.32	1	0.46	0.95	3.71	1.71
Centro de biotecnología	0.17	1	0.46	1.41	3.61	1.66
Proyección futura	0.25	1	0.74	2.15	3.50	2.59
TOTAL	0.99		2.15			7.87

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2.2.6. Caudal por tramos en la red

El caudal por tramos se basa en diseñar a flujo libre por gravedad, mediante el caudal máximo sanitario que es estimado en cada una de las edificaciones. De manera que, es necesario tomar en cuenta la proyección de cada infraestructura para una población futura lo cual indica el 4.25 (Ha), lo cual establece el caudal que pasa por las tuberías.

$$Qu = \frac{Qmh}{P}$$

Dónde:

Qmh: Caudal máximo horario.

P: : Proyección a futura en la infraestructura.

- Caudal unitario en Torres de Laboratorio:

$$Qu = \frac{Qmh}{P}$$

$$Qu = \frac{1.91}{4.25}$$

$$Qu = 0.45$$

- Caudal unitario en Centro de Vinculación:

$$Qu = \frac{Qmh}{P}$$

$$Qu = \frac{1.71}{4.25}$$

$$Qu = 0.40$$

- Caudal unitario en Centro de Biotecnología:

$$Qu = \frac{Qmh}{P}$$

$$Qu = \frac{1.66}{4.25}$$

$$Q_u = 0.39$$

- Caudal unitario a Proyección a Futura:

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{P}$$

$$Q_u = \frac{2.59}{4.25}$$

$$Q_u = 0.61$$

En la tabla 21 se aprecia el caudal unitario con relación a la población futura que representa cada una de las edificaciones, con los valores obtenidos se procede a calcular el caudal de infiltración en las tuberías para el diseño optimizado en el sistema de alcantarillado sanitario.

Tabla 21
Caudal Unitario (Qu)

Cuencas	Q _{max.san}	Área Total del proyecto	Caudal Unitario Qu
Torres de laboratorios	1.91	4.25	0.45
Centro de vinculación	1.71	4.25	0.40
Centro de biotecnología	1.66	4.25	0.39
Proyección futura	2.59	4.25	0.61

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2.2.7. Caudal de conexiones erradas (Q.ce)

Las conexiones erradas son consideradas por el mal acoplamiento a la red sanitaria, incluso por uniones ilícitas que llevan a la red primaria. Por esta razón, en la Norma Boliviana NB 688-01 se considera del 5% al 10% del caudal máximo sanitario, para determinar el valor correspondiente del flujo errado.

$$Q_{ce} = 0.06 * Q_{max.san}$$

Dónde:

Q_{ce} : Caudal de conexiones erráticas.

$Q_{max.san}$: Caudal máximo sanitario.

- Caudal de conexiones erradas en Torres de Laboratorio:

$$Q_{ce} = 0.06 * Q_{max. san}$$

$$Q_{ce} = 0.06 * 1.91 \text{ l/s} = 0.11 \text{ l/s}$$

- Caudal de conexiones erradas en Centro de Vinculación:

$$Q_{ce} = 0.07 * Q_{max. san}$$

$$Q_{ce} = 0.07 * 1.71 \text{ l/s} = 0.12 \text{ l/s}$$

- Caudal de conexiones erradas en Centro de Biotecnología:

$$Q_{ce} = 0.10 * Q_{max. san}$$

$$Q_{ce} = 0.10 * 1.66 \text{ l/s} = 0.17 \text{ l/s}$$

- Caudal de conexiones erradas en Proyección a Futura:

$$Q_{ce} = 0.05 * Q_{max. san}$$

$$Q_{ce} = 0.05 * 2.59 \text{ l/s} = 0.13 \text{ l/s}$$

4.2.2.8. Caudal de conexiones de infiltración (Q.inf)

Las filtraciones de aguas subterráneas ocasionan fisuras en las uniones entre tramos de tuberías, incluso en la unión de los pozos de inspección. Por lo tanto, en el área de estudio se estimó el nivel freático alto dada la cercanía del estero Berlín. La tubería que se implementó para este proyecto es de PVC por la baja permeabilidad del suelo. Es decir, son factores que producen un drenaje lento de la escorrentía superficial.

La tabla 22 identifica que el nivel freático alto para tubería de PVC de goma se utiliza de un coeficiente 0.0005 l/s/m, en base a la Normativa Boliviana (NB-688) Instituto Boliviano de Normalización y Calidad.

Tabla 22

Valor de infiltración en tubo de PVC

VALORES DE INFILTRACIÓN EN TUBOS Q_i (L/s/m)
TUBO DE P.V.C
Unión con: Goma
N. Freático alto :0.0005

Fuente: Reglamento Nacional, (2007)

La siguiente ecuación establece el caudal de infiltración:

$$Q_{inf} = Q_{ce}/Q_u$$

Dónde:

Q_{inf} : Caudal de infiltración.

Q_{ce} : Caudal de conexiones erráticas.

Q_u : Caudal Unitario

- Caudal de infiltración en Torres de Laboratorio:

$$Q_{inf} = Q_{ce}/Q_u$$

$$Q_{inf} = \frac{0.11 \text{ l/s}}{0.45} = 0.24 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración en Centro de Vinculación:

$$Q_{inf} = Q_{ce}/Q_u$$

$$Q_{inf} = \frac{0.12 \text{ l/s}}{0.40} = 0.30 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración en Centro de Biotecnología:

$$Q_{inf} = Q_{ce}/Q_u$$

$$Q_{inf} = \frac{0.17 \text{ l/s}}{0.39} = 0.44 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración en Proyección a Futura:

$$Q_{inf} = Q_{ce}/Q_u$$

$$Q_{inf} = \frac{0.13 \text{ l/s}}{0.61} = 0.21 \text{ l/s}$$

4.2.2.9. Total, del caudal de infiltración (Q.inf)

El total de infiltración se basa en sumar el caudal unitario (Q_u) y caudal de infiltración (Q_{inf}), para obtener un flujo estimado para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y minimizar los aportes de filtración que ocasionan daños en las infraestructuras.

$$Q_{inf} = Q_u + Q_{inf}$$

Q_u : Caudal Unitario.

Q_{inf} : Caudal de infiltración.

- Caudal de infiltración en Torres de Laboratorio:

$$Q_{inf} = Q_u + Q_{inf}$$

$$Q_{inf} = 0.45 + 0.24 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = 0.69 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración en Centro de Vinculación:

$$Q_{inf} = Q_u + Q_{inf}$$

$$Q_{inf} = 0.40 + 0.30 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = 0.70 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración en Centro de Biotecnología:

$$Q_{inf} = Q_u + Q_{inf}$$

$$Q_{inf} = 0.39 + 0.44 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = 0.83 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración a Proyección a Futura:

$$Q_{inf} = Q_u + Q_{inf}$$

$$Q_{inf} = 0.61 + 0.21 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = 0.82 \text{ l/s}$$

El caudal de infiltración es la cantidad de precipitación y distribución temporal del flujo residual, en la tabla 23 se observa el volumen de infiltración de las conexiones terciarias con un total de 3.04 L/s.

Tabla 23
Caudal de conexiones infiltradas (Q.inf)

Cuencas	(Ha)	Q_{aapp} (l/s*Ha)	Q_{aass} (l/s)	Q_{aass} Acumulado	Factor de Mayoración (M)	Qmax.san (L/s)	Q_{inf} (L/s)
Torres de laboratorios	0.25	1	0.49	0.49	3.90	1.91	0.69
Centro de vinculación	0.32	1	0.46	0.95	3.71	1.71	0.70
Centro de biotecnología	0.17	1	0.46	1.41	3.61	1.66	0.83
Proyección futura	0.25	1	0.74	2.15	3.50	2.59	0.82
TOTAL	0.99		2.15			7.87	3.04

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

En la tabla 24 representan los caudales obtenidos para el diseño optimizado del sistema de alcantarillado sanitario en la Zona Norte de la UNEMI, el caudal de aguas residuales corresponde a 10.91 L/s para un periodo de diseño de 25 años.

Tabla 24
Caudales para el diseño optimizado de AASS

Cuencas	(Ha)	Q_{aapp} (l/s*Ha)	Q_{aass} (l/s)	Q_{aass} Acumulado	Factor de Mayoración (M)	Qmax.san (L/s)	Q_{inf} (L/s)	Q.dis- aass (L/s)	Q. prom (dia)(L/s)
Torres de laboratorios	0.25	1	0.49	0.49	3.90	1.91	0.69	2.60	1.30
Centro de vinculación	0.32	1	0.46	0.95	3.71	1.71	0.70	2.41	1.21
Centro de biotecnología	0.17	1	0.46	1.41	3.61	1.66	0.83	2.49	1.25
Proyección futura	0.25	1	0.74	2.15	3.50	2.59	0.82	3.41	1.71
TOTAL	0.99		2.15			7.87	3.04	10.91	

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2.3.10. Diámetro de tubería para el diseño

El acueducto para el sistema de alcantarillado sanitario optimizado es de material PVC corrugado o corrugado interior liso. Por lo tanto, se emplean diámetros comerciales basados en el caudal de diseño de aguas servidas y en la velocidad del flujo residual. Esta infraestructura se encarga de recolectar y transportar los líquidos al lugar de destino final.

En el diseño optimizado del sistema de alcantarillado sanitario, para la conducción de las aguas residuales son utilizados diámetros comerciales que se aprecia en la tabla 25.

Tabla 25

Diámetro de Tubería Comercial

Diámetros en Pulgadas	Diámetro(m)
4"	0.1
6"	0.15
8"	0.2
10"	0.25

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

La siguiente ecuación determina la velocidad:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Dónde:

V : Velocidad.

Q : Caudal de diseño de aguas servidas.

D : Diámetro de tubería.

– Diámetro: 4"

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$Q. Diseño_{aass} = 1.91 L/s = 0.01091m^3/s$$

$$V = \frac{4 * 0.01091m^3/s}{\pi * 0.1^2m}$$

$$V = 1.39m/s$$

– Diámetro: 6"

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$Q. \text{Diseño}_{aass} = 1.91 \text{ L/s} = 0.01091 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = \frac{4 * 0.01091 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * 0.15^2 \text{ mm}}$$

$$V = 0.62 \text{ m/s}$$

– Diámetro: 8"

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$Q. \text{Diseño}_{aass} = 1.91 \text{ L/s} = 0.01091 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = \frac{4 * 0.01091 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * 0.2^2 \text{ mm}}$$

$$V = 0.35 \text{ m/s}$$

– Diámetro: 10"

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$Q. \text{Diseño}_{aass} = 1.91 \text{ L/s} = 0.01091 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = \frac{4 * 0.01091 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * 0.25^2 \text{ mm}}$$

$$V = 0.22 \text{ m/s}$$

En la tabla 26 mediante la condición de la velocidad de flujo decretada por la normativa, para nuestro diseño la velocidad del caudal es de 0.62 m/s indica que el diámetro de tubería a utilizar es de 160 mm, de igual manera para la velocidad de 0.35 m/s establece su diámetro de 200 mm para el sistema de alcantarillado sanitario.

Tabla 26

Diámetro tubería PVC a implementar

Diámetro (mm)	Diámetros (")	Diámetro(m)	Velocidad(m/s)
100	4"	0.1	1.39
160	6"	0.15	0.62
200	8"	0.2	0.35
250	10"	0.25	0.22

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2.3. Rediseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario

Una vez definido el caudal de diseño con sus respectivos parámetros que conforman a la implementación del nuevo sistema de alcantarillado. Se determinó que en las longitudes de las ramificaciones se pueden optimizar, sin afectar en la evacuación de los líquidos residuales de cada edificación proyectada.

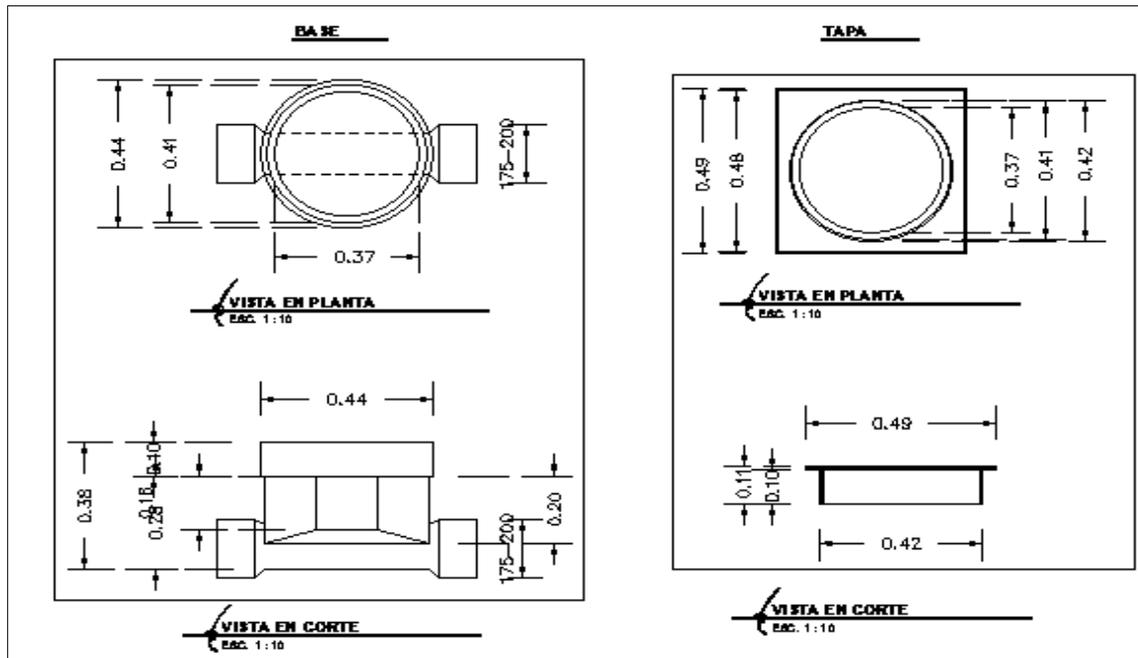
4.2.3.1. Cajas de revisión

Son diseñadas a poca profundidad tiene la finalidad de recoger las aguas residuales que son descargadas de las edificaciones proyectadas. Además, Permiten dar un mantenimiento fácil y verificar si existen posibles obstrucciones en las tuberías. A continuación, se detallan las condiciones de diseño que establece cada una de la caja de revisión.

- Diámetro:0.40m
- Profundidad mínima:0.50m
- Profundidad máxima: 2.00m

En la figura 35 se aprecia el diseño de la caja de revisión con sus respectivas dimensiones que son implementadas en el proyecto del sistema de alcantarillado sanitario de la Universidad Estatal de Milagro, en la zona norte.

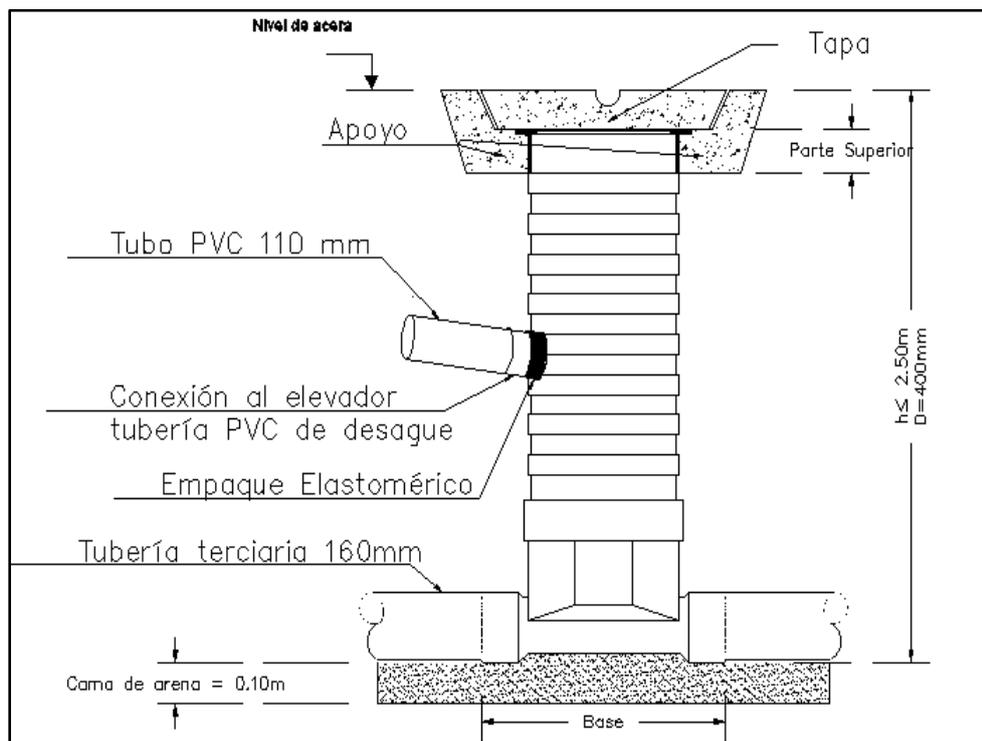
Figura 35
Dimensiones en las cajas de revisión



Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

En la presente figura 36 se aprecia cada uno de componentes detallados que consta cada caja de revisión, para nuestro rediseño en la UNEMI de la zona norte.

Figura 36
Componentes en las cajas de revisión



Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

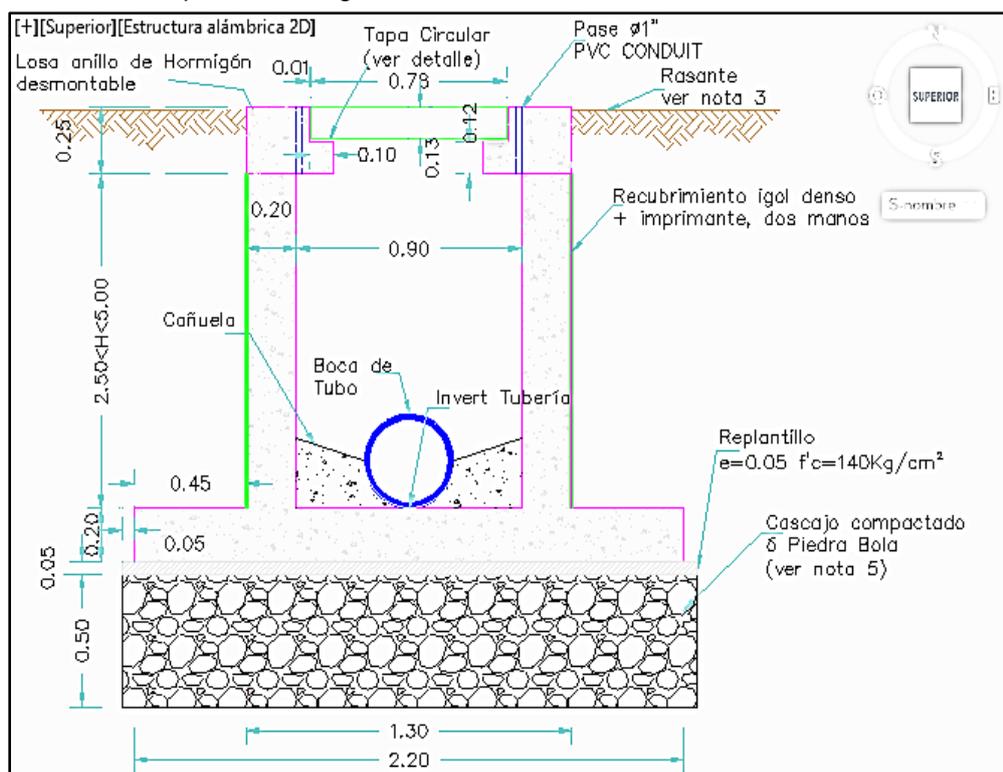
4.2.3.2. Cámaras de inspección

En la red sanitaria consta de 4 cámaras de inspección Tipo 1 con una altura de 2.49m, su infraestructura es indispensable en el rediseño. Esto permite tener un control más eficiente de los flujos residuales y además dar mantenimiento adecuado si se presenta fallas durante su funcionamiento ya sea por obstrucciones en las tuberías.

- Diámetro mínimo: 0.90m
- Profundidad mínima: 0.80m
- Profundidad máxima: 5.00m
- Línea de Gradiente de Energía e Hidráulico serán siempre menores a cota de terreno

En la figura 37 se visualiza la cámara de inspección para el ingreso del personal autorizado a realizar limpieza y mantenimiento de la infraestructura con sus respectivas dimensiones.

Figura 37
Cámara de Inspección de Aguas Servidas UNEMI



Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

4.2.3.3. Plano Arquitectónico del rediseño

En el plano se puede observar las ramificaciones que fueron rediseñadas para un mejor desabastecimiento de las aguas servidas. Además, beneficia en la parte económica de lo cual su costo en materiales y mano de obra disminuye, por esta razón nuestro proyecto se realiza acorde los parámetros de diseño en el sistema de alcantarillado sanitario de la UNEMI.

En la figura 38 representa el rediseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la UNEMI, con sus respectivas ramificaciones de cada edificación proyectada e infraestructuras implementadas para la evacuación de las aguas residuales.

4.2.4. APUS -Sistema de Aguas Servidas UNEMI

Los presentes APUS se basan en realizar una comparación entre el presupuesto de la obra del diseño original y el presupuesto de la obra del diseño optimizado. Esto quiere decir, en el rediseño del sistema de alcantarillado sanitario se realizó la disminución de tramos de recorrido en las tuberías PVC y la actualización de la mano obra de la controlaría.

4.2.4.1. Presupuesto referencial de la obra- Aguas Servidas UNEMI

El precio referencial de la obra es el costo que se financió para la implementación del sistema de alcantarillado sanitario de aguas servidas. Además, son valores que establece la controlaría para el proyecto en la zona norte, en la descripción se visualiza las actividades que se desarrolló en el sitio y su costo total es de \$315,426.63 monto destinado en la red sanitaria de la UNEMI.

En la tabla 27 se refleja el presupuesto referencial de la obra de aguas servidas, con sus respectivas actividades desarrolladas en el sitio para la construcción de las nuevas infraestructuras sanitarias.

4.2.4.2. Presupuesto del Rediseño- Aguas Servidas UNEMI

En el rediseño su precio unitario varía, por la actualización de la mano de obra y en la optimización de tramos en las tuberías a la red principal de la AV. 1ro de mayo intersección calle Manuel Sáenz. En otros términos, mediante nuestro diseño el costo total es inferior al costo referencial de obra y su valor total es de \$311.594,08 en los Anexos se presenta cada rubro especificado.

En la tabla 28 se aprecia el presupuesto del rediseño del sistema de alcantarillado sanitario de la UNEMI, donde consta cada una de sus actividades desarrolladas en el área de estudio de la Zona Norte.

Tabla 27

APU presupuesto referencial de la Obra

ITEM	DESCRIPCIÓN	CONTRATADO			
		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
14	SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS				
14,1	OBRAS PRELIMINARES				
14,1,1	Replanteo de tuberías	m	683,50	\$ 0,867	\$ 592,59
14,1,2	Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo)	m3	3.904,36	\$ 4,453	\$ 17.386,12
14,1,3	Relleno compactado con compactador manual de material de sitio	m3	1.598,45	\$ 8,342	\$ 13.334,27
14,1,4	Cama de arena	m3	118,80	\$ 24,257	\$ 2.881,73
14,1,5	Transporte de material granular arena	m3-km	3.861,00	\$ 0,265	\$ 1.023,17
14,1,6	Suministro e Instalación de Material Granular (Inc. tendido, conformación y compactación)	m3	67,10	\$ 25,226	\$ 1.692,66
14,1,7	Suministro e Instalación de Piedra 3/4" (Inc. tendido, conformación y compactación)	m3	83,30	\$ 26,907	\$ 2.241,35
14,1,8	Transporte de material granular	m3-km	4.165,00	\$ 0,265	\$ 1.103,73
14,1,9	Prueba de Estanqueidad y escurrimiento	m	425,00	\$ 4,111	\$ 1.747,18
14,2	CAJAS DOMICILIARIAS				
14,2,1	Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria alineada d=175mm (Inc. tapa)	u	2,00	\$ 484,931	\$ 969,86
14,2,2	Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria arranque d=175mm (Inc. tapa)	u	3,00	\$ 484,931	\$ 1.454,79
14,2,3	Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria de H.A. esquina, h<2.50m (Inc. Tapa) (MILAGRO)	u	5,00	\$ 428,039	\$ 2.140,20
14,3	POZO DE REVISION				
14,3,1	Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar mayor a 2 metros (incluye entibado metálico, desalojo)	m3	87,70	\$ 7,046	\$ 617,93
14,3,2	Relleno compactado con compactador manual de material importado	m3	30,80	\$ 11,900	\$ 366,52
14,3,3	Transporte de material granular mejoramiento	m3-km	1.001,00	\$ 0,265	\$ 265,27
14,3,4	Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo I de Hormigon Armado H<2.5 (Inc. encofrado) (MILAGRO)	u	4,00	\$ 1.533,031	\$ 6.132,12
14,3,5	Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo II de Hormigon Armado 2.50<H<3.70m (Inc. encofrado)	u	6,00	\$ 2.318,031	\$ 13.908,19
14,3,6	Suministro e Instalación de Tapa de HD (D600) - INEN NTE 2496	u	6,00	\$ 278,178	\$ 1.669,07
14,4	TUBERIAS				
14,4,1	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di=160 mm (DN175) NORMA NTE INEN 2059	m	238,00	\$ 17,329	\$ 4.124,30
14,4,2	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 200 mm (DN220) NORMA NTE INEN 2059	m	187,00	\$ 26,496	\$ 4.954,75
14,4,3	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1800 mm (Inc. juntas de poliuretano)	m	131,00	\$ 1.314,904	\$ 172.252,42
14,7	ESTACION DE BOMBEO Y LÍNEA DE IMPULSIÓN				
14,7,3	TUBERIAS Y ACCESORIOS ESTACIÓN DE BOMBEO				
14,7,3,1	Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar mayor a 2 metros (incluye entibado metálico, desalojo)	m3	936,20	\$ 7,046	\$ 6.596,47
14,7,3,2	Relleno compactado con compactador manual de material importado	m3	148,50	\$ 11,900	\$ 1.767,15
14,7,3,3	Transporte de material granular mejoramiento	m3-km	4.826,30	\$ 0,265	\$ 1.278,97
14,7,3,4	Suministro e Instalación de Tubería PEAD d = 110 mm 1.00 MPA	m	855,00	\$ 31,765	\$ 27.159,08
14,7,3,5	Suministro e Instalación de Codo PEAD d = 110mmX90°	u	2,00	\$ 101,473	\$ 202,95
14,7,3,6	Suministro e Instalación de Reductor PEAD 110 a 90 mm	u	1,00	\$ 59,478	\$ 59,48
14,7,3,7	Suministro e Instalación de bomba sumergible TDH= 23 m.c.a., Q=5.5 l/s (Inc. base)	u	3,00	\$ 9.168,108	\$ 27.504,32
TOTAL CONTRATO					\$ 315.426,63

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

Tabla 28
APU del Rediseño de Aguas Servidas

ITEM	DESCRIPCIÓN	CONTRATADO			
		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
14	SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS				
14,1	OBRAS PRELIMINARES				
14,1,1	Replanteo de tuberías	m	683,50	\$ 0,843	\$ 576,19
14,1,2	Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo)	m3	3.904,36	\$ 4,468	\$ 17.444,68
14,1,3	Relleno compactado con compactador manual de material de sitio	m3	1.598,45	\$ 8,434	\$ 13.481,33
14,1,4	Cama de arena	m3	118,80	\$ 24,134	\$ 2.867,12
14,1,5	Transporte de material granular arena	m3-km	3.861,00	\$ 0,265	\$ 1.023,17
14,1,6	Suministro e Instalación de Material Granular (Inc. tendido, conformación y compactación)	m3	67,10	\$ 25,235	\$ 1.693,27
14,1,7	Suministro e Instalación de Piedra 3/4" (Inc. tendido, conformación y compactación)	m3	83,30	\$ 26,925	\$ 2.242,85
14,1,8	Transporte de material granular	m3-km	4.165,00	\$ 0,265	\$ 1.103,73
14,1,9	Prueba de Estanqueidad y escurrimiento	m	425,00	\$ 3,958	\$ 1.682,15
14,2	CAJAS DOMICILIARIAS				
14,2,1	Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria alineada d=175mm (Inc. tapa)	u	2,00	\$ 472,515	\$ 945,03
14,2,2	Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria arranque d=175mm (Inc. tapa)	u	3,00	\$ 479,127	\$ 1.437,38
14,2,3	Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria de H.A. esquina, h<2.50m (Inc. Tapa) (MILAGRO)	u	4,00	\$ 430,261	\$ 1.721,04
14,3	POZO DE REVISION				
14,3,1	Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar mayor a 2 metros (incluye entibado metálico, desalojo)	m3	87,70	\$ 5,656	\$ 496,03
14,3,2	Relleno compactado con compactador manual de material importado	m3	30,80	\$ 11,948	\$ 368,00
14,3,3	Transporte de material granular mejoramiento	m3-km	1.001,00	\$ 0,265	\$ 265,27
14,3,4	Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo I de Hormigon Armado H<2.5 (Inc. encofrado) (MILAGRO)	u	4,00	\$ 1.537,154	\$ 6.148,62
14,3,5	Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo II de Hormigon Armado 2.50<H<3.70m (Inc. encofrado)	u	6,00	\$ 2.314,272	\$ 13.885,63
14,3,6	Suministro e Instalación de Tapa de HD (D600) - INEN NTE 2496	u	6,00	\$ 278,347	\$ 1.670,08
14,4	TUBERIAS				
14,4,1	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di=160 mm (DN175) NORMA NTE INEN 2059	m	185,00	\$ 17,396	\$ 3.218,26
14,4,2	Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 200 mm (DN220) NORMA NTE INEN 2059	m	181,10	\$ 26,550	\$ 4.808,21
14,4,3	Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1800 mm (Inc. juntas de poliuretano)	m	131,00	\$ 1.314,881	\$ 172.249,41
14,7	ESTACION DE BOMBEO Y LÍNEA DE IMPULSIÓN				
14,7,3	TUBERIAS Y ACCESORIOS ESTACIÓN DE BOMBEO				
14,7,3,1	Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar mayor a 2 metros (incluye entibado metálico, desalojo)	m3	936,20	\$ 5,656	\$ 5.295,15
14,7,3,2	Relleno compactado con compactador manual de material importado	m3	148,50	\$ 11,948	\$ 1.774,28
14,7,3,3	Transporte de material granular mejoramiento	m3-km	4.826,30	\$ 0,265	\$ 1.278,97
14,7,3,4	Suministro e Instalación de Tubería PEAD d = 110 mm 1.00 MPA	m	855,00	\$ 31,111	\$ 26.599,91
14,7,3,5	Suministro e Instalación de Codo PEAD d = 110mmX90°	u	2,00	\$ 99,035	\$ 198,07
14,7,3,6	Suministro e Instalación de Reductor PEAD 110 a 90 mm	u	1,00	\$ 56,485	\$ 56,49
14,7,3,7	Suministro e Instalación de bomba sumergible TDH= 23 m.c.a., Q=5.5 l/s (Inc. base)	u	3,00	\$ 9.021,265	\$ 27.063,80
TOTAL CONTRATO					\$ 311.594,08

Elaborado por: Castro & Villacís, (2024)

CONCLUSIONES

En la presente tesis se identificaron deficiencias en la red de alcantarillado, y tratamiento de aguas residuales, La cual afecta directamente a la eficiencia y sostenibilidad del sistema de aguas servidas. Se determinó que el crecimiento poblacional en la expansión de la Universidad incrementa la demanda de servicios de aguas servidas.

Durante el análisis de las infraestructuras de alcantarillado sanitario existente dentro de la universidad Estatal de se tomó las alturas de las cámaras de inspección y se observa la existencia de las variaciones de cotas que tiene la Universidad con respecto a la red pública alcantarillado sanitario de Milagro.

En base a datos obtenidos de las infraestructuras que conforman la universidad estatal de milagro, se propone un rediseño optimizado del sistema de alcantarillado, el cual garantiza la eficiencia y control del manejo de las aguas residuales mediante parámetros de diseños obtenidos en esta tesis.

No obstante, Se plantea un presupuesto del rediseño del sistema de alcantarillado propuesto para establecer una comparación con un presupuesto referencial de un contrato de alcantarillado sanitario ejecutado en la universidad estatal meses anteriores.

Se determina que el sistema propuesto además de ser más eficiente y simplificado posee una reducción de costos, lo cual es un factor positivo que interviene durante la construcción del mismo.

RECOMENDACIONES

Es fundamental establecer un programa de monitoreo y mantenimiento regular del sistema. Esto incluye la inspección periódica de las cámaras de revisión en el mantenimiento de las bombas, lo que permitirá detectar dar solución al problema antes de que se conviertan en fallas significativas.

Se recomienda la capacitación continua del personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado. Esto asegurará que el equipo esté preparado para manejar cualquier eventualidad así optimizar el rendimiento del sistema.

Se sugiere tomar en cuenta la propuesta de implementación del sistema de alcantarillado sanitario optimizado para obras futuras, asegurando que se sigan rigurosamente las especificaciones técnicas, normativas ambientales para garantizar su funcionalidad y la sostenibilidad a largo plazo.

Es esencial promover campañas de concienciación entre estudiantes y personal sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado sanitario, dar a conocer la importancia de no arrojar desechos sólidos ni sustancias nocivas que puedan obstruir el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta Torres, F. I., & Delgado Gastelo, V. (2020). Sistema de Alcantarillado sanitario y Tratamiento de Aguas Residuales para mejorar la disposición de excretas en el centro poblado el Nazareno del distrito San José provincia y region Lambayeque. [*Tesis Pregrado*], 168. Perú: Universidad de San Martín de Porres. Retrieved 06 de Jul de 2024, from <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7422>

Aguaguiña Medina, M. (2022). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para mejorar la calidad de vida de los caserios Chumaqui, Sigualo, Pamatug y Chambiato de la Parroquia Garcia Moreno, Cantón Pilileo, provincia de Tungurahua. [*Proyecto Técnico previo a la obtención del Título de Ingeniería Civil*]. Ambato, Ecuador: Universidad Tecnica de Ambato. Retrieved 07 de Jul de 2024, from <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/34702/1/Tesis%20I.C.%201567%20-%20Aguagui%20Medina%20Maria%20Estefania.pdf>

Alegre Cotos, I. (2020). Diseño del sistema de la red de alcantarillado en el centro poblado Tunape, ubicado en el distrito de la union, provincia de Piura., departamento de Piura, Octubre 2020. [*Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*], 134. Peru: Univerisidad Católica los Ángeles Chimbote. Retrieved 29 de jul de 2024, from https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/20878/RED ES_DE_ALCANTARILLADO_SALUD_EN_LA%20POBLACION_ALEGRE_C OTOS_IMMÉR_%20HUMPRHEY.pdf

Basurto Loor, A. (2019). Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la comunidad el Tigre- Pimpiguasi, Parroquia Calderon, Cantón Portoviejo. [*Proyecto de Titulación previa a la obtención del Título de Ingeniero Civil*], 111. Jipijapa, Manabí. Retrieved 07 de jul de 2024, from

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2001/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2019-84.pdf>

Bermeo Cuzco, V., & Vega Hernández, E. (2024). Evaluación y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario del centro parroquial de jadán provincia del Azuay. [*Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniería Civil*], 123. Cuenca, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana. Retrieved 07 de Jul de 2024, from

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27038/1/UPS-CT011216.pdf>

Cancinos López, M. (Nov de 2020). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para los sectores 5,6,8 y 9 de la aldea xeatzan bajo y del cantón oriente , cabecera municipal,patzun,Chimaltenango. [*Trabajo de Graduación al conferirsele el Título de Ingeniero Civil*], 149. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Retrieved 07 de Jul de 2024, from

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_4450_C.pdf

Castillo Cubas, A., & Luna Vásquez, M. (2021). Diseño hidráulico del sistema de Agua Potable y Alcantarillado sanitario en el Anexo de Nazareno , Distrito Mangalena de cao-ascopela libertad. [*Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil*], 92. Perú: Univerisdad Privada Antenor Orrego. Retrieved 08 de Jul de 2024, from

https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/7690/REP_AL EXIS.CASTILLO_MANUEL.LUNA_DISE%c3%91O.HIDRAULICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chafloque Rodriguez, C. (2021). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del centro poblado salitre,distrito de caceres del Peru , provincia del santa,region de Ancash, para su incidencia en la condicion sanitaria de la poblacion -2021.

[*Tesis para optar el tirulo profesional de ingeniero civil*], 208. Chimbote, Peru: Universidad Catolica los Angeles Chimbote. Retrieved 29 de Jul de 2024, from <https://hdl.handle.net/20.500.13032/26259>

Conagua. (2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Retrieved 07 de Jul de 2024, from

<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro20.pdf>

- Cordero Rodríguez, F. (07 de May de 2021). Diseño técnico de red sanitaria y presupuesto para distrito gubernamental garabito. [*Proyecto de graduación para optar por el grado académico de licenciatura en Ingeniería civil*](118). Universidad Latina de Costa Rica. Retrieved 07 de Jul de 2024, from https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1424/1/TFG_Ulatina_Fabiola_Cordero_Rodriguez_201202098192.pdf
- Dipas Berrocal, W. (2021). Mejoramiento en la camara de bombeo Sarita colonia mediante la instalación del rebose de emergencia, distrito del callao,Lima. [*Para optar el titulo profesional de Ingeniero Civil*], 87. Peru: Univeridad Peruana los Andes. Retrieved 29 de jul de 2024, from https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3415/T037_43717925_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Emasesa. (23 de 06 de 2022). *Instrucciones Técnicas para redes de saneamiento*. Retrieved 07 de Jul de 2024, from <https://www.emasesa.com/wp-content/uploads/2022/06/DOC20220630120535InstruccionesTecnicasRedesSaneamientoPD00512Rev08.pdf>
- Flores Paniura, K., & Salazar Marin, A. (2021). *Ánalisis de un sistema de alcantarillado sanitario para mitigar impactos ambientales en el distrito de Chincha Alta-Chincha -Ica*. [*Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*], 144. Peru: Universidad Ricardo Palma. Retrieved 29 de jul de 2024, from <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4786>
- Gaceta. (19 de Jun de 1998). *Ley de servicios de Agua potable y alcantarillado sanitario*. Retrieved 07 de jul de 2024, from <https://faolex.fao.org/docs/pdf/nic14344.pdf>
- García Jacho, C. A. (Sept de 2019). Evaluación del comportamiento Hidráulico y Mecanico de tubos de hormigón armado revestidos internamente con polietileno. [*Trabajo de Titulación que se presenta como requisito para el Título de Ingeniero Civil*], 74. Universidad Espiritu Santo. Retrieved 07 de Jul de 2024, from <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/3181/1/TESIS%20FINAL%20GARCIA%20JACHO%20CARMEN%20ANDREA%204.pdf>

- González González, L. (2022). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad San Vicente de Tutupali, cantón Yacuambi, provincia de Zamora Chinchipe. *[Proyecto de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil]*, 109. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Retrieved 07 de Jul de 2024, from <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5814/1/Gonz%C3%A1lez%20Gonz%C3%A1lez%20Levinson%20Fernando.pdf>
- Jácome Andrade, G. L., & Toledo Jaramillo, B. D. (2022). Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Tratamiento de Aguas Residuales a nivel de prefactibilidad para la Comunidad La Rinconada, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura. *[Trabajo de titulación modalidad de estudio técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil]*, 424. Quito. Retrieved 29 de Jul de 2024, from <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26650>
- Jung Ordoñez, G. (Oct de 2021). Ánalysis de las guías para el diseño de Alcantarillado de Guatemala, con el fin de proponer un proyecto de norma. *[Trabajo de Graduación al Conferírsele el Título de Ingeniería Civil]*, 154. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala. Retrieved 07 de Jul de 2024, from http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_4566_C.pdf
- Ligua Marcillo, J. (2022). Diseño Hidráulico del Sistema de Bombeo de aguas Residuales de la cabecera parroquial de la América. *[Proyecto de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil]*, 101. Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Retrieved 07 de Jul de 2024, from <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4307/1/JOHNNY%20JAVIER%20LIGUA%20MARCILLO.pdf>
- López Cepeda, G. (2023). Diseño del Sistema del Alcantarillado Sanitario en el sector Río Guayas perteneciente a la Parroquia Picoazá, Cantón Portoviejo. *[Previó la obtención del Título de Ingeniero Civil]*, 137. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Retrieved 29 de Jul de 2024, from <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6100/1/L%c3%b3pez%20Cepeda%20Gladys%20Esthefania.pdf>

- López Rodríguez, V. A., & Medina Gualan, J. (Jun de 2021). Estudio de prefactibilidad del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento, en la cabecera parroquial de cacha del cantón Riobamba Provincia de Chimborazo. [*Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil*], 241. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Retrieved 07 de Jul de 2024, from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20308/1/UPS%20-%20TTS366.pdf>
- Madero Pingo, L. (2019). Diseño del Sistema de Alcantarillado en el centro poblado Jesús María, sector rural ubicado. [*Tesis para optar el Título profesional de Ingeniería Civil*](73). Perú: Universidad Católica los Ángeles Chimbote. Retrieved 07 de Jul de 2024, from https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/19018/DISENO_DE_ALCANTARILLADO_MADERO_PINGO_LESSLIE_CAROLL.pdf?sequence=1
- Mendoza Paco, J. (2023). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la localidad de San Pedro de Macha. [*Memoria laboral para obtención del Grado de licenciatura en Ingeniería Civil*], 155. La paz, Bolivia: Universidad Mayor San Andrés. Retrieved 29 de jul de 2024, from <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/35011/ML-8775.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moliner Espinoza, M. A. (2022). Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario en el sector Estancia Vieja perteneciente a la Parroquia Colón del cantón Portoviejo. [*Proyecto de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil*], 183. Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Retrieved 08 de jul de 2024, from <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4286>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (06 de Abril de 2011). *Norma Hidrosanitaria NHE Agua*. Retrieved 09 de Jul de 2024, from <https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/nec2011-cap-16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412.pdf>

- Norma Técnica Ecuatoriana. (2010). *Tubos perfilados de pvc Rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para Alcantarillado*. Retrieved 07 de Jul de 2024, from INEN: <https://toaz.info/doc-view-3>
- Pacheco Huamani, K. (2019). Modelamiento y diseño del sistema de alcantarillado sanitario , utilizando la metodología del cepis en el centro poblado compañía baja, distrito sivia, Provincia huanta, región ayacucho. [*Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil*], 299. Peru: Universidad San Ignacio de Loyola. Retrieved 29 de jul de 2024, from <https://hdl.handle.net/20.500.14005/12187>
- Patín Patín, W. (2020). Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Ciudadela Municipal 11 de Octubre de la Ciudad de Jipijapa. [*Proyecto de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil*], 153. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del sur de Manabí. Retrieved 07 de Jul de 2024, from <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2416>
- Pérez Villacís, D. (Mar de 2022). Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial de los sectores la florida, reina del tránsito y Jesús del gran poder, cantón cevallos, provincia de Tungurahua. [*Proyecto técnico previo a la obtención del Título de Ingeniería Civil*]. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Retrieved 08 de Jul de 2024, from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35211/1/Tesis%20I.C.%201577%20-%20Perez%20Villacis%20Daysi%20Belen-signed.pdf>
- Pillapa Ponluisa, J. (Sept de 2021). Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia el corazón , cantón pangua ,provincia de cotopaxi. [*Trabajo experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil*], 126. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato. Retrieved 29 de Jul de 2024, from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33499/1/Tesis%20I.%20C.%201508%20-%20Pillapa%20Ponluisa%20%20Jorge%20Daniel.pdf>
- Picón Mosquera, C. (03 de 04 de 2019). Sistema alternativo condominial de bajo costo de alcantarillado sanitario para la comunidad de Salinas cantón Santa Isabel, provincia del Azuay - Ecuador. [*Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil*], 274. Cuenca, Ecuador: Universidad de

Cuenca. Retrieved 07 de Jul de 2024, from
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32242>

Porta Rutte , Y. (2021). Evaluación de un Sistema de Alcantarillado del anexo ancalahuata para determinar su comportamiento en estado crítico. [*Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*](119). Perú: Universidad Peruana los Andes. Retrieved 07 de Jul de 2024, from
https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2598/T037_43452055_T.pdf?sequence=1

Quimis Abad, D. (2022). Propuesta de procedimiento para el diseño de estaciones de bombeo de aguas residuales. [*Proyecto de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil*], 96. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí. Retrieved 08 de Jul de 2024, from
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3622/1/QUIMIS%20ABAD%20DARIO%20MARTIN.pdf>

Ramírez Laguna, J. (Sept de 2021). Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad Putuimi, parroquia Tarqui,cantón Pastaza, provincia de Pastaza. [*Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería civil*], 329. (U. T. Ambato, Ed.) Ambato, Ecuador. Retrieved 29 de Jul de 2024, from
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33536>

Reglamento Nacional. (Abril de 2007). *Reglamentos técnicos de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial*. Retrieved 09 de Jul de 2024, from
<https://aaps.gob.bo/images/MarcoLegal/ResolucionesMinisteriales/RM-49.pdf>

Sedapal. (23 de Sep de 2019). Especificaion Tecnica. *Válvula de Compuerta para Aguas Residuales*(1-4). Retrieved 28 de Jul de 2024, from
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5976806/5295689-ctps-et-024-valvula-compuerta-para-aguas-residuales.pdf?v=1709665272>

UNEMI. (2022). *Informe de gestion Institucional UNEMI*. Retrieved 07 de Jul de 2024, from <https://www.unemi.edu.ec/wp-content/uploads/2023/05/Rendicion-de-Cuentas-2022-2.pdf>

Urteaga Caldas, Á. A., & Sandoval Oliveira, T. S. (2021). Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario del Distrito Moquegua, Centro Poblado San Francisco-Moquegua. *[Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil](166)*. Perú: Universidad Ricardo Palma. Retrieved 07 de Jul de 2024, from <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4909/AURTEAGA%20%26%20TSANDOVAL.pdf?sequence=1>

Zamora Paredes, B. (Jun de 2021). Diseño de alcantarillado sanitario, para mejorar la calidad de vida de los habitantes de los sectores Cullualo - San Miguel de la parroquia Quinchicoto del Cantón Tisaleo , Provincia de Tungurahua. *[Previo a la obtención del título de Ingeniero Civil proyecto técnico]*, 206. Ambato, Ecuador. Retrieved 29 de Jul de 2024, from <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33051>

ANEXOS

ANEXO 1 Encuesta a los estudiantes de la UNEMI



ANEXO 2 Cajas de Inspección



ANEXO 3 Verificación de cotas en las Cajas de Inspección



ANEXO 4 Verificación de cotas en las Cámaras de Inspección



ANEXO 5 Implantación Arquitectónico del Rediseño en AutoCAD 2020



ANEXO 6 Replanteo de Tuberías

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 461 de 731
RUBRO: Replanteo de tuberías			UNIDAD: m		
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,013			0,013
SUBTOTAL M					0,013
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,25	4,65	1,16	0,02	0,023
(Est.Oc.D2) Cadenero	1	4,19	4,19	0,03	0,112
Topógrafo (En Construcción - Estr.Oc.C1)	1	4,65	4,65	0,03	0,124
SUBTOTAL N					0,259
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tira de encofrado 1"x3"x4m	u	0,01	3,51	0,035	
CLAVOS 2 1/2"	kg	0,05	3,32	0,166	
Esmalte Varios Colores (SPR.)	galon	0,013	20,02	0,260	
SUBTOTAL O					0,461
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,733
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %					0,110
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,843
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					0,843

ANEXO 7 Excavación mecánica en zanja sin clasificar

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 462 de 731						
RUBRO: Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar, 0<H<2 m (Inc. Desalojo)				UNIDAD: m3							
DETALLE:											
EQUIPOS											
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo						
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,031			0,031						
Excavadora sobre orugas	1	55	55	0,015	0,825						
Volqueta 12 m3	4	40	160	0,015	2,400						
SUBTOTAL M					3,256						
MANO DE OBRA											
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo						
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,015	0,007						
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	4	6,08	24,32	0,015	0,365						
Est.Oc.C1 (Grupo 1) Excavadora	1	4,65	4,65	0,015	0,070						
Engrasador o abastecedor responsable (Est.Oc.D2)	1	4,19	4,19	0,015	0,063						
(Est.Oc.E2) Peón	2	4,14	8,28	0,015	0,124						
SUBTOTAL N					0,629						
MATERIALES											
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo							
SUBTOTAL O					0,000						
TRANSPORTE											
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo							
SUBTOTAL P					0,000						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3,885					
										INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	0,583
										OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
										COSTO TOTAL DEL RUBRO	4,468
										VALOR OFERTADO	4,468

ANEXO 8 Relleno compactado con compactador manual

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 463 de 731
RUBRO: Relleno compactado con compactador manual de material de sitio			UNIDAD: m3		
DETALE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,176			0,176
Compactadora reversible	1	9,1	9,1	0,4	3,640
SUBTOTAL M					3,816
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
(Est.Oc.E2) Peón	1	4,14	4,14	0,4	1,656
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,4	0,186
(Est.Oc.D2) Operador de equipo liviano	1	4,19	4,19	0,4	1,676
SUBTOTAL N					3,518
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7,334
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %					1,100
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8,434
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					8,434

ANEXO 9 Cama de arena

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 464 de 731
RUBRO: Cama de arena			UNIDAD: m3		
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,063			0,063
Minicargador	1	25	25	0,065	1,625
SUBTOTAL M					1,688
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
(Est.Oc.E2) Peón	3	4,14	12,42	0,065	0,807
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	0,065	0,151
Est.Oc.C1(Grupo 1) Cargadora frontal (Payloader sobre ruedas u orugas)	1	4,65	4,65	0,065	0,302
SUBTOTAL N					1,261
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena gruesa	m3	1,11	16,25	18,038	
SUBTOTAL O					18,038
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20,986
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %					3,148
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					24,134
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					24,134

ANEXO 10 Transporte de material granular arena

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 465 de 731	
RUBRO: Transporte de material granular arena			UNIDAD: m3-km			
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
SUBTOTAL M					0,000	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
SUBTOTAL N					0,000	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
SUBTOTAL O					0,000	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
Transporte de material	m3-Km	1	0,23	0,230		
SUBTOTAL P					0,230	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,230
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	0,035
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,265
					VALOR OFERTADO	0,265

ANEXO 11 Suministro e Instalación de Material Granular

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 466 de 731	
RUBRO: Suministro e Instalación de Material Granular (Inc. tendido, conformación y compactación)				UNIDAD: m3		
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,017			0,017	
Rodillo doble tambor manual	1	15	15	0,02	0,300	
Tanquero de agua	1	25	25	0,02	0,500	
SUBTOTAL M					0,817	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	0,02	0,047	
(Est.Oc.E2) Peón	1	4,14	4,14	0,02	0,083	
(Est.Oc.D2) Operador de equipo liviano	1	4,19	4,19	0,02	0,084	
CHOFER: Tanqueros (Estr.Oc.C1)	1	6,08	6,08	0,02	0,122	
SUBTOTAL N					0,335	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Agua	m3	0,1	2,75	0,275		
Material Granular (Piedra bola)	m3	1,05	17,24	18,102		
SUBTOTAL O					18,377	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
Transporte de material	m3-Km	10,5	0,23	2,415		
SUBTOTAL P					2,415	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	21,943
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	3,292
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	25,235
					VALOR OFERTADO	25,235

ANEXO 12 Suministro en Instalación de Piedra ¾"

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 467 de 731	
RUBRO: Suministro e Instalación de Piedra ¾" (Inc. tendido, conformación y compactación)				UNIDAD: m3		
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,035			0,035	
Retroexcavadora	0,5	40	20	0,08	1,600	
Vibroapisonador	1	7,5	7,5	0,08	0,600	
SUBTOTAL M					2,235	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	0,08	0,186	
(Est.Oc.E2) Peón	1	4,14	4,14	0,08	0,331	
Est.Oc.C1(Grupo 1) Retroexcavadora	0,5	4,65	2,325	0,08	0,186	
SUBTOTAL N					0,703	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Piedra ¾"	m3	1,05	19,5	20,475		
SUBTOTAL O					20,475	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	23,413
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	3,512
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	26,925
					VALOR OFERTADO	26,925

ANEXO 13 Transporte de material granular

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 468 de 731	
RUBRO: Transporte de material granular			UNIDAD: m3-km			
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
SUBTOTAL M					0,000	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
SUBTOTAL N					0,000	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
SUBTOTAL O					0,000	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
Transporte de material	m3-Km	1	0,23	0,230		
SUBTOTAL P					0,230	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,230
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	0,035
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,265
					VALOR OFERTADO	0,265

ANEXO 14 Prueba de Estanqueidad y Esgurrimiento

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 469 de 731	
RUBRO: Prueba de Estanqueidad y esgurrimiento			UNIDAD: m			
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,110			0,110	
Bomba de agua 4 HP 2"	1	5	5	0,17	0,850	
SUBTOTAL M					0,960	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4,65	4,65	0,17	0,791	
(Est.Oc.E2) Peón	1	4,14	4,14	0,17	0,704	
(Est.Oc.D2) Plomero	1	4,19	4,19	0,17	0,712	
SUBTOTAL N					2,207	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Agua	m3	0,1	2,75	0,275		
SUBTOTAL O					0,275	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3,442
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	0,516
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,958
					VALOR OFERTADO	3,958

ANEXO 15 Instalación de Caja Domiciliaria d=175mm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 470 de 731	
RUBRO: Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria alineada d=175mm (Inc. tapa)				UNIDAD: u		
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	2,754675			2,755	
Soldadora	1	5	5	4,5	22,500	
Encofrado	1	6,5	6,5	4,5	29,250	
SUBTOTAL M					54,505	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.D2) Plomero	1	4,19	4,19	4,5	18,855	
(Est.Oc.D2) Albañil	0,5	4,19	2,095	4,5	9,428	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,2	4,65	0,93	4,5	4,185	
(Est.Oc.D2) Ferrero	0,2	4,19	0,838	4,5	3,771	
Encofrador	1	4,19	4,19	4,5	18,855	
SUBTOTAL N					55,094	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Caja acera simple alineada 175mm CB	u	1	69,35	69,350		
Neplo de PVC di=400 mm (L=1.50m)	u	1	68,914	68,914		
Tapa de H.D. 125 KN	u	1	116,2	116,200		
Acero de refuerzo en barras	kg	17,42	1,56	27,175		
Hormigon Premezclado f'c = 280 kg/cm2	m3	0,14	140,32	19,645		
SUBTOTAL O					301,284	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	410,882
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	61,632
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	472,515
					VALOR OFERTADO	472,515

ANEXO 16 Instalación de Caja Domiciliaria arranque d=175mm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 471 de 731	
RUBRO: Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria arranque d=175mm (Inc. tapa)				UNIDAD: u		
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	2,754675			2,755	
Soldadora	1	5	5	5	25,000	
Encofrado	1	6,5	6,5	5	32,500	
SUBTOTAL M					60,255	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.D2) Plomero	1	4,19	4,19	4,5	18,855	
(Est.Oc.D2) Albañil	0,5	4,19	2,095	4,5	9,428	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,2	4,65	0,93	4,5	4,185	
(Est.Oc.D2) Ferrero	0,2	4,19	0,838	4,5	3,771	
Encofrador	1	4,19	4,19	4,5	18,855	
SUBTOTAL N					55,094	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Caja acera simple de arranque 175mm CE	u	1	69,35	69,350		
Neplo de PVC di=400 mm (L=1.50m)	u	1	68,914	68,914		
Tapa de H.D. 125 KN	u	1	116,2	116,200		
Acero de refuerzo en barras	kg	17,42	1,56	27,175		
Hormigon Premezclado f'c = 280 kg/cm2	m3	0,14	140,32	19,645		
SUBTOTAL O					301,284	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	416,632
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	62,495
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	479,127
					VALOR OFERTADO	479,127

ANEXO 17 Instalación de Caja Domiciliaria de H.A esquina

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 472 de 731
RUBRO: Suministro e Instalación de Caja Domiciliaria de H.A. esquina, h<2.50m (Inc. Tapa) (MILAGRO)				UNIDAD: u	
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	4,263			4,263
Soldadora	1	5	5	4	20,000
Encofrado	1	6,5	6,5	4	26,000
SUBTOTAL M					50,263
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	4	1,860
(Est.Oc.D2) Albañil	1	4,19	4,19	4	16,760
(Est.Oc.E2) Peón	2	4,14	8,28	4	33,120
(Est.Oc.D2) Fierro	1	4,19	4,19	4	16,760
(Est.Oc.D2) Carpintero	1	4,19	4,19	4	16,760
SUBTOTAL N					85,260
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tapa de H.A. 60x60mm	u	1	56	56,000	
Soldadura	Kg	0,5	4,55	2,275	
Acero de refuerzo en barras	kg	29,97	1,56	46,753	
Hormigon Premezclado f'c = 280 kg/cm2	m3	0,91	140,32	127,691	
Hormigon premezclado f'c = 180 kg/cm2	m3	0,05	117,96	5,898	
SUBTOTAL O					238,617
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					374,140
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %					56,121
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					430,261
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					430,261

ANEXO 18: Excavación de suelo sin clasificar mayor a 2 metros

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 473 de 731
RUBRO: Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar mayor a 2 metros (incluye entibado metálico, desalojo)					UNIDAD: m3
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,039			0,039
Excavadora sobre orugas	1	55	55	0,04	2,200
Volqueta 12 m3	1	40	40	0,04	1,600
Entibado metálico	3	2,5	7,5	0,04	0,300
SUBTOTAL M					4,139
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,04	0,019
Est.Oc.C1 (Grupo 1) Excavadora	1	4,65	4,65	0,04	0,186
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1	6,08	6,08	0,04	0,243
(Est.Oc.E2) Peón	2	4,14	8,28	0,04	0,331
SUBTOTAL N					0,779
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,918
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %					0,738
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,656
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					5,656

ANEXO 19 Relleno compactado manual de material importado

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 474 de 731	
RUBRO: Relleno compactado con compactador manual de material importado				UNIDAD: m3		
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,159			0,159	
Compactadora reversible	1	9,1	9,1	0,15	1,365	
SUBTOTAL M					1,524	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.E2) Peón	4	4,14	16,56	0,15	2,484	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,15	0,070	
(Est.Oc.D2) Operador de equipo liviano	1	4,19	4,19	0,15	0,629	
SUBTOTAL N					3,182	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.		Costo	
Material de mejoramiento (CASCAJO)	m3	1,3	4,16		5,408	
Agua	m3	0,1	2,75		0,275	
SUBTOTAL O					5,683	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa		Costo	
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10,389
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	1,558
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	11,948
					VALOR OFERTADO	11,948

ANEXO 20 Transporte de material granular mejoramiento

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 475 de 731	
RUBRO: Transporte de material granular mejoramiento			UNIDAD: m3-km			
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
SUBTOTAL M					0,000	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
SUBTOTAL N					0,000	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
SUBTOTAL O					0,000	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
Transporte de material	m3-Km	1	0,23	0,230		
SUBTOTAL P					0,230	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,230
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	0,035
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,265
					VALOR OFERTADO	0,265

ANEXO 21 Instalación de Pozo de Revisión Tipo I

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 476 de 731					
RUBRO: Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo I de Hormigon Armado H<2.5 (Inc. encofrado) (MILAGRO)					UNIDAD: u					
DETALLE:										
EQUIPOS										
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo					
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	8,180			8,180					
Vibrador	1	2,25	2,25	6	13,500					
Encofrado	1	6,5	6,5	6	39,000					
SUBTOTAL M					60,680					
MANO DE OBRA										
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo					
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	6	13,950					
(Est.Oc.E2) Peón	4	4,14	16,56	6	99,360					
(Est.Oc.D2) Albañil	1	4,19	4,19	6	25,140					
(Est.Oc.D2) Carpintero	1	4,19	4,19	6	25,140					
SUBTOTAL N					163,590					
MATERIALES										
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo						
Tuberia PVC rigida 1"	ml	1	2,2	2,200						
Cinta impermeabilizante PVC V-18	ml	6,91	11,85	81,884						
Protección Impermeable para estructuras + imprimante	m2	13,72	6,16	84,515						
Acero de refuerzo en barras	kg	215,18	1,56	335,681						
Hormigon Premezclado f'c = 280 kg/cm2	m3	3,91	140,32	548,651						
Hormigon premezclado f'c = 180 kg/cm2	m3	0,27	117,96	31,849						
Adhesivo epóxico de dos componentes (2 kg)	u	0,42	65,73	27,607						
SUBTOTAL O					1.112,387					
TRANSPORTE										
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo						
SUBTOTAL P					0,000					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.336,656				
									INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	200,498
									OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
									COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.537,154
									VALOR OFERTADO	1.537,154

ANEXO 22 Instalación de Pozo de Revisión tipo II

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 477 de 731	
RUBRO: Suministro e Instalación de Pozo de Revisión Tipo II de Hormigon Armado 2.50<H<3.70m (Inc. encofrado)				UNIDAD: u		
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	9,270			9,270	
Vibrador	1	2,25	2,25	6,8	15,300	
Encofrado	1	6,5	6,5	6,8	44,200	
SUBTOTAL M					68,770	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	6,8	15,810	
(Est.Oc.E2) Peón	4	4,14	16,56	6,8	112,608	
(Est.Oc.D2) Albañil	1	4,19	4,19	6,8	28,492	
(Est.Oc.D2) Carpintero	1	4,19	4,19	6,8	28,492	
SUBTOTAL N					185,402	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Tubería PVC rígida 1"	ml	1	2,2	2,200		
Cinta impermeabilizante PVC V-18	ml	8,8	11,85	104,280		
Protección Impermeable para estructuras + imprimante	m2	24,83	6,16	152,953		
Acero de refuerzo en barras	kg	556,49	1,56	868,124		
Hormigon Premezclado f'c = 280 kg/cm2	m3	3,97	140,32	557,070		
Hormigon premezclado f'c = 180 kg/cm2	m3	0,39	117,96	46,004		
Adhesivo epóxico de dos componentes (2 kg)	u	0,42	65,73	27,607		
SUBTOTAL O					1.758,239	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.012,411
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	301,862
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.314,272
					VALOR OFERTADO	2.314,272

ANEXO 23 Instalación de Tapa de HD (D600)-INEN NTE 2436

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 478 de 731						
RUBRO: Suministro e Instalación de Tapa de HD (D600) - INEN NTE 2496				UNIDAD: u							
DETALLE:											
EQUIPOS											
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo						
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,326			0,326						
SUBTOTAL M					0,326						
MANO DE OBRA											
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo						
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	1	2,325						
(Est.Oc.D2) Albañil	1	4,19	4,19	1	4,190						
SUBTOTAL N					6,515						
MATERIALES											
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo							
Tapa de HD redonda de 600 C250	u	1	235,2		235,200						
SUBTOTAL O					235,200						
TRANSPORTE											
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo							
SUBTOTAL P					0,000						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	242,041					
										INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	36,306
										OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
										COSTO TOTAL DEL RUBRO	278,347
										VALOR OFERTADO	278,347

ANEXO 24 Instalación de Tubería PVC Estruc. Di=160mm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 479 de 731	
RUBRO: Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di=160 mm (DN175) NORMA NTE INEN 2059 UNIDAD: m						
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,127			0,127	
SUBTOTAL M					0,127	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	0,2	0,465	
(Est.Oc.D2) Plomero	0,5	4,19	2,095	0,2	0,419	
(Est.Oc.E2) Peón	2	4,14	8,28	0,2	1,656	
SUBTOTAL N					2,540	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Tubería PVC Estructurada di = 160mm (inc. anillo de caucho)	m	1	12,46	12,460		
SUBTOTAL O					12,460	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15,127
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	2,269
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	17,396
					VALOR OFERTADO	17,396

ANEXO 25 Instalación de tubería PVC Estruct. Di=200mm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 480 de 731	
RUBRO: 2059		Suministro e Instalación de Tubería PVC Estructurada di = 200 mm (DN220) NORMA NTE INEN		UNIDAD: m		
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,248			0,248	
SUBTOTAL M					0,248	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	0,39	0,907	
(Est.Oc.D2) Plomero	0,5	4,19	2,095	0,39	0,817	
(Est.Oc.E2) Peón	2	4,14	8,28	0,39	3,229	
SUBTOTAL N					4,953	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Tubería PVC Estructurada di = 200mm (inc. anillo de caucho)	m	1	17,886	17,886		
SUBTOTAL O					17,886	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	23,087
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	3,463
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	26,550
					VALOR OFERTADO	26,550

ANEXO 26 Instalación de Tubería de Hormigón di=1800mm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 481 de 731	
RUBRO: Suministro e Instalación de Tubería de Hormigón di= 1800 mm (Inc. juntas de poliuretano)				UNIDAD: m		
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	2,643			2,643	
Excavadora sobre orugas	0,5	55	27,5	2,65	72,875	
SUBTOTAL M					75,518	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,25	4,65	1,1625	2,63	3,057	
(Est.Oc.D2) Plomero	1	4,19	4,19	2,63	11,020	
(Est.Oc.E2) Peón	3	4,14	12,42	2,63	32,665	
Est.Oc.C1 (Grupo 1) Excavadora	0,5	4,65	2,325	2,63	6,115	
SUBTOTAL N					52,856	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Tubería de Hormigón di=1800mm (Inc. juntas de poliuretano)	m	1	815	815,000		
SUBTOTAL O					815,000	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
Transporte de tubería	Unidad	2,66667	75	200,000		
SUBTOTAL P					200,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.143,374
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	171,506
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.314,881
					VALOR OFERTADO	1.314,881

ANEXO 27 Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 541 de 731
RUBRO: Excavación mecánica en zanja de suelo sin clasificar mayor a 2 metros (incluye entibado metálico, desalojo)					UNIDAD: m3
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,039			0,039
Excavadora sobre orugas	1	55	55	0,04	2,200
Volqueta 12 m3	1	40	40	0,04	1,600
Entibado metálico	3	2,5	7,5	0,04	0,300
SUBTOTAL M					4,139
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,04	0,019
Est.Oc.C1 (Grupo 1) Excavadora	1	4,65	4,65	0,04	0,186
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1	6,08	6,08	0,04	0,243
(Est.Oc.E2) Peón	2	4,14	8,28	0,04	0,331
SUBTOTAL N					0,779
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,918
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %					0,738
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,656
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					5,656

ANEXO 28 Relleno compactado manual de material importado

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 542 de 731
RUBRO: Relleno compactado con compactador manual de material importado			UNIDAD: m3		
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,159			0,159
Compactadora reversible	1	9,1	9,1	0,15	1,365
SUBTOTAL M					1,524
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
(Est.Oc.E2) Peón	4	4,14	16,56	0,15	2,484
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,15	0,070
(Est.Oc.D2) Operador de equipo liviano	1	4,19	4,19	0,15	0,629
SUBTOTAL N					3,182
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Material de mejoramiento (CASCAJO)	m3	1,3	4,16	5,408	
Agua	m3	0,1	2,75	0,275	
SUBTOTAL O					5,683
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10,389
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %					1,558
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,948
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					11,948

ANEXO 29 Transporte de material granular mejoramiento

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 543 de 731
RUBRO: Transporte de material granular mejoramiento			UNIDAD: m3-km		
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0,000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N					0,000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Transporte de material	m3-Km	1	0,23	0,230	
SUBTOTAL P					0,230
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,230
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %					0,035
OTROS INDIRECTOS: 0.000 %					0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,265
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO
					0,265

ANEXO 30 Instalación de Tubería PEAD d=110m 1.00 MPA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 544 de 731						
RUBRO: Suministro e Instalación de Tubería PEAD d = 110 mm 1.00 MPA			UNIDAD: m								
DETALLE:											
EQUIPOS											
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo						
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,170			0,170						
Maquina termofusion	0,2	30	6	0,23	1,380						
SUBTOTAL M					1,550						
MANO DE OBRA											
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo						
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	0,23	0,535						
(Est.Oc.E2) Peón	2	4,14	8,28	0,23	1,904						
(Est.Oc.D2) Plomero	1	4,19	4,19	0,23	0,964						
SUBTOTAL N					3,403						
MATERIALES											
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo							
Tuberia Pead 110mm 1.00 MPA	m	1	22,1		22,100						
SUBTOTAL O					22,100						
TRANSPORTE											
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo							
SUBTOTAL P					0,000						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	27,053					
										INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	4,058
										OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
										COSTO TOTAL DEL RUBRO	31,111
										VALOR OFERTADO	31,111

ANEXO 31 Instalación de Codo PEAD d=100mmx90”

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 545 de 731						
RUBRO: Suministro e Instalación de Codo PEAD d = 110mmX90°				UNIDAD: u							
DETALLE:											
EQUIPOS											
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo						
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,220			0,220						
Maquina termofusion	0,1	30	3	0,5	1,500						
SUBTOTAL M					1,720						
MANO DE OBRA											
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo						
(Est.Oc.E2) Peón	1	4,14	4,14	0,5	2,070						
(Est.Oc.D2) Plomero	1	4,19	4,19	0,5	2,095						
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,5	0,233						
SUBTOTAL N					4,398						
MATERIALES											
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo							
Codo PEAD d = 110mmX90°	u	1	80	80,000							
SUBTOTAL O					80,000						
TRANSPORTE											
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo							
SUBTOTAL P					0,000						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	86,117					
										INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	12,918
										OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
										COSTO TOTAL DEL RUBRO	99,035
										VALOR OFERTADO	99,035

ANEXO 32 Instalación de Reductor PEAD 110 a 90 mm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 546 de 731	
RUBRO: Suministro e Instalación de Reductor PEAD 110 a 90 mm			UNIDAD: u			
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	0,220			0,220	
Maquina termofusion	0,1	30	3	0,5	1,500	
SUBTOTAL M					1,720	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.E2) Peón	1	4,14	4,14	0,5	2,070	
(Est.Oc.D2) Plomero	1	4,19	4,19	0,5	2,095	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	4,65	0,465	0,5	0,233	
SUBTOTAL N					4,398	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Reductor PEAD 110 a 90 mm	u	1	43	43,000		
SUBTOTAL O					43,000	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	49,117
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	7,368
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	56,485
					VALOR OFERTADO	56,485

ANEXO 33 Instalación de bomba sumergible TDH=23 m.c.a

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 547 de 731	
RUBRO: Suministro e Instalación de bomba sumergible TDH= 23 m.c.a., Q=5.5 l/s (Inc. base)				UNIDAD: u		
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
Herramienta menor 5%MO	5.00 %MO	41,37			41,370	
Grúa 20 Ton	0,1	50	5	35	175,000	
SUBTOTAL M					216,370	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,5	4,65	2,325	35	81,375	
(Est.Oc.E2) Peón	2	4,14	8,28	35	289,800	
(Est.Oc.D2) Técnico electromecánico de construcción	1	4,19	4,19	35	146,650	
(Est.Oc.D2) Plomero	2	4,19	8,38	35	293,300	
Est.Oc.C1(Grupo 1) Grúa puente de elevación	0,1	4,65	0,465	35	16,275	
SUBTOTAL N					827,400	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
Bomba sumergible TDH= 23m, Q=5.5 L/s	u	1	6175,366	6.175,366		
Kit de autoacople 3" ANSI 80	u	1	625,442	625,442		
SUBTOTAL O					6.800,808	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0,000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7.844,578
					INDIRECTOS Y UTILIDADES: 15.00 %	1.176,687
					OTROS INDIRECTOS: 0.000 %	0,000
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	9.021,265
					VALOR OFERTADO	9.021,265