

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Rediseño del alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil para su  
interconexión con la red municipal

**INGE-2867**

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Christian Washington Zambrano Serrano

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

## Declaración Expresa

---

Yo Christian Washington Zambrano Serrano acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 30 de mayo del 2025.



---

Christian Washington Zambrano Serrano

## **Evaluadores**

---

---

**MSc. Ingrid Orta**

Profesor de Materia

---

**MSc. Cristian Salas**

Tutor de proyecto

## **Resumen**

El presente trabajo tiene como finalidad el rediseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial del Cuartel Modelo de Guayaquil, con el fin de garantizar su interconexión con la red municipal y responder a la demanda futura de aproximadamente 1200 usuarios. La infraestructura actual presenta un deterioro avanzado, con tuberías colapsadas, sumideros obsoletos y pozos de revisión en riesgo de rebose, lo que ocasiona problemas de salubridad, riesgo de inundaciones y altos costos de mantenimiento. Para el desarrollo del proyecto se realizaron levantamientos topográficos y trabajos de campo, complementados con datos de consumo de agua potable, así como información hidrológica y meteorológica. Con base en el diagnóstico, se analizaron dos alternativas de rediseño, evaluadas bajo criterios de costo, facilidad constructiva, adaptabilidad futura y tiempo de ejecución, seleccionándose la opción más eficiente. El diseño incluyó el cálculo de caudales, diámetros y pendientes de tuberías en cumplimiento de la normativa vigente. Los resultados demostraron que el sistema propuesto asegura una evacuación eficiente de aguas residuales y pluviales, previene riesgos ambientales y está preparado para futuras expansiones. En conclusión, constituye una solución integral y sostenible que mejora la calidad de vida en el Cuartel Modelo y contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en materia de saneamiento.

**Palabras Clave:** Adaptabilidad futura, Evacuación eficiente, Solución integral, Inundaciones.

## **Abstract**

*This study focuses on the redesign of the sanitary and stormwater sewer system at the Cuartel Modelo in Guayaquil, aiming to ensure its proper interconnection with the municipal network and to meet the future demand of approximately 1,200 users. The current infrastructure shows advanced deterioration, with collapsed pipes, obsolete inlets, and inspection chambers at risk of overflow, leading to health issues, flooding risks, and high maintenance costs.*

*The project involved topographic surveys and fieldwork, complemented by potable water consumption data as well as hydrological and meteorological information. Based on the diagnosis, two redesign alternatives were proposed and assessed according to cost, constructability, adaptability, and execution time, selecting the most efficient option. The design process included flow calculations, pipe diameters, and slope determinations in compliance with current standards.*

*The results demonstrated that the proposed system guarantees efficient evacuation of wastewater and stormwater, prevents environmental risks, and is prepared for future expansions. In conclusion, the project represents an integral and sustainable solution that improves the quality of life at the Cuartel Modelo and contributes to the achievement of the Sustainable Development Goals related to sanitation.*

**Keywords:** *Future adaptability, Efficient evacuation, Integral solution, Flooding.*

## Índice general

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| Resumen .....                          | I    |
| Abstract .....                         | II   |
| Abreviaturas .....                     | VIII |
| Simbología .....                       | IX   |
| Índice de figuras .....                | X    |
| Índice de tablas.....                  | XI   |
| ÍNDICE DE PLANOS .....                 | XV   |
| Capítulo 1 .....                       | 1    |
| 1.    Introducción .....               | 2    |
| 1.1    Antecedentes.....               | 3    |
| 1.2    Descripción del Problema.....   | 4    |
| 1.3    Justificación del Problema..... | 5    |
| 1.4    Objetivos.....                  | 5    |
| 1.4.1    Objetivo general .....        | 5    |
| 1.4.2    Objetivos específicos.....    | 5    |
| Capítulo 2 .....                       | 7    |
| 2.    MATERIALES Y MÉTODOS .....       | 8    |
| 2.1    Revisión de literatura.....     | 8    |
| 2.2    Área de estudio .....           | 9    |
| 2.2.1    Ubicación geográfica.....     | 9    |
| 2.2.2    Clima y Meteorología.....     | 10   |

|            |                                                      |    |
|------------|------------------------------------------------------|----|
| 2.3        | Trabajo de campo y laboratorio .....                 | 11 |
| 2.3.1      | Levantamiento Topográfico .....                      | 11 |
| 2.3.2      | Personal técnico involucrado .....                   | 12 |
| 2.3.3      | Recolección de información sobre dotación .....      | 13 |
| 2.3.4      | Cronograma general de actividades de campo .....     | 13 |
| 2.4        | Análisis de datos .....                              | 14 |
| 2.4.1      | Estado del Sistema de alcantarillado .....           | 14 |
| 2.4.2      | Dotación de agua potable .....                       | 17 |
| 2.5        | Análisis de alternativas .....                       | 18 |
| 2.5.1      | Alternativa 1: Trazado 1 .....                       | 19 |
| 2.5.2      | Alternativa 2: Trazado 2 .....                       | 21 |
| 2.5.3      | Metodología de evaluación .....                      | 23 |
| 2.5.4      | Criterios de evaluación .....                        | 23 |
| 2.5.5      | Evaluación y selección de alternativa .....          | 27 |
| Capítulo 3 | .....                                                | 28 |
| 3.         | DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....                     | 29 |
| 3.1        | Diseño del sistema de alcantarillado sanitario ..... | 29 |
| 3.1.1      | Parámetros de diseño .....                           | 29 |
| 3.1.2      | Cálculo de caudal de diseño .....                    | 31 |
| 3.1.3      | Diseño de colectores .....                           | 36 |
| 3.2        | Diseño del sistema de alcantarillado pluvial .....   | 53 |
| 3.2.1      | Parámetros de diseño .....                           | 54 |

|            |                                                                   |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.2      | Cálculo de caudal de diseño .....                                 | 58 |
| 3.2.3      | Diseño de colector .....                                          | 61 |
| Capítulo 4 | .....                                                             | 66 |
| 4.         | ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL .....                               | 67 |
| 4.1        | Descripción del proyecto .....                                    | 67 |
| 4.2        | Línea base ambiental .....                                        | 67 |
| 4.2.1      | Clima .....                                                       | 68 |
| 4.2.2      | Aire.....                                                         | 68 |
| 4.2.3      | Suelo.....                                                        | 69 |
| 4.2.4      | Flora y fauna.....                                                | 70 |
| 4.2.5      | Agua .....                                                        | 71 |
| 4.3        | Actividades del proyecto .....                                    | 71 |
| 4.3.1      | Fase preliminar .....                                             | 71 |
| 4.3.2      | Fase de construcción .....                                        | 72 |
| 4.3.3      | Fase de operación y mantenimiento .....                           | 72 |
| 4.3.4      | Fase de cierre.....                                               | 72 |
| 4.4        | Identificación de impactos ambientales.....                       | 73 |
| 4.5        | Valoración de impactos ambientales .....                          | 76 |
| 4.6        | Medidas de prevención/mitigación.....                             | 82 |
| 4.6.1      | Medidas de prevención y mitigación en fase preliminar.....        | 82 |
| 4.6.2      | Medidas de prevención y mitigación en fase de construcción .....  | 83 |
| 4.6.3      | Medidas de prevención y mitigación en fase de mantenimiento ..... | 84 |



|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Capítulo 5 .....                                                                             | 85 |
| 5. PRESUPUESTO .....                                                                         | 86 |
| 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo .....                                                   | 86 |
| 5.2 Especificaciones Técnicas .....                                                          | 86 |
| 5.2.1 Trazado y replanteo (m <sup>2</sup> ) .....                                            | 86 |
| 5.2.2 Corte y perforación de capa de pavimento rígido (m <sup>3</sup> ) .....                | 87 |
| 5.2.3 Desalojo de material con volqueta (m <sup>3</sup> ) .....                              | 88 |
| 5.2.4 Material de base clase I con transporte y compactación en sitio (m <sup>3</sup> )..... | 89 |
| 5.2.5 Relleno compactado con material del sitio (m <sup>3</sup> ) .....                      | 90 |
| 5.2.6 Relleno compactado con material de préstamo importado (m <sup>3</sup> ) .....          | 91 |
| 5.2.7 Hormigón premezclado para pavimento rígido espesor 20 cm (m <sup>2</sup> ).....        | 92 |
| 5.2.8 Limpieza final de obra (m <sup>2</sup> ).....                                          | 93 |
| 5.2.9 Cama de arena para tubería espesor 10 cm (m <sup>2</sup> ) .....                       | 93 |
| 5.2.10 Suministro e instalación de tubería PVC Novafort 335 mm (m) .....                     | 94 |
| 5.2.11 Suministro e instalación de tubería PVC Novafort 400 mm (m) .....                     | 95 |
| 5.2.12 Suministro e instalación de tubería PVC Novafort 440 mm (m) .....                     | 96 |
| 5.2.13 Suministro e instalación de tubería PEAD 16 mm con termofusión (m).....               | 97 |
| 5.2.14 Suministro e instalación de tubería PEAD 20 mm con termofusión (m).....               | 97 |
| 5.2.15 Sumidero prefabricado incluye rejilla (unidad) .....                                  | 98 |
| 5.2.16 Excavación de zanjas a máquina en tierra h=2.75–4.00 m (m <sup>3</sup> ) .....        | 99 |
| 5.2.17 Excavación de zanjas a máquina en tierra h=0–2.75 m (m <sup>3</sup> ) .....           | 99 |
| 5.2.18 Pozo de revisión H.A. h= hasta 2.5 m incluye excavación, losa y tapa (unidad)100      |    |

|        |                                                                               |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.19 | Pozo de revisión H.A. h= hasta 3.5 m incluye excavación, losa y tapa (unidad) | 101 |
| 5.2.20 | Señalización con cinta de peligro (m) .....                                   | 101 |
| 5.2.21 | Letrero de obra (unidad).....                                                 | 102 |
| 5.3    | Rubros y análisis de precios unitarios .....                                  | 103 |
| 5.4    | Cantidades de obra.....                                                       | 105 |
| 5.5    | Cronograma de obra .....                                                      | 108 |
| 6.     | Capítulo 6.....                                                               | 110 |
| 6.1    | Conclusiones.....                                                             | 111 |
| 6.2    | Recomendaciones .....                                                         | 112 |
|        | Bibliografía.....                                                             | 114 |
| 7.     | PLANOS Y ANEXOS .....                                                         | 121 |

## **Abreviaturas**

|        |                                                             |
|--------|-------------------------------------------------------------|
| ESPOL  | Escuela Superior Politécnica del Litoral                    |
| NEC    | Norma Ecuatoriana de la Construcción                        |
| INEN   | Instituto Ecuatoriano de Normalización                      |
| INAMHI | Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología             |
| HDPE   | High Density Polyethylene (Polietileno de Alta Densidad)    |
| PVC    | Polyvinyl Chloride (Cloruro de Polivinilo)                  |
| ODS    | Objetivos de Desarrollo Sostenible                          |
| TULSMA | Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente |
| MAATE  | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica        |
| MOP    | Ministerio de Obras Públicas                                |
| INEC   | Instituto Nacional de Estadística y Censos                  |
| IDF    | Intensidad – Duración – Frecuencia                          |
| AASS   | Alcantarillado de aguas servidas                            |
| AALL   | Alcantarillado de aguas lluvias                             |

## Simbología

|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| m        | Metro                         |
| mL       | Metro Lineal                  |
| m.s.n.m. | Metros sobre el nivel del mar |
| hab      | Habitantes                    |
| l        | Litro                         |
| Q        | Caudal                        |
| S        | Pendiente                     |
| s        | Segundo                       |
| min      | Minutos                       |
| h        | Hora                          |
| i        | Intensidad de lluvia          |
| D        | Diámetro                      |
| Tr       | Tiempo de retorno             |

## **Índice de figuras**

Figura 1. Cuartel Modelo de Guayaquil

Figura 2. Levantamiento topográfico en el Cuartel Modelo

Figura 3. Tramo de tubería que incumple normativa

Figura 4. Red de alcantarillado sanitario municipal

Figura 5. Red de alcantarillado pluvial municipal

Figura 6. Red de agua potable municipal

Figura 7. Trazado sanitario para alternativa 1

Figura 8. Trazado pluvial para alternativa 1

Figura 9. Trazado sanitario para alternativa 2

Figura 10. Trazado pluvial para alternativa 2

Figura 11. Áreas de aporte para cada colector del alcantarillado sanitario

Figura 12. Distribución de áreas tributarias para colectores de alcantarillado pluvial

## **Índice de tablas**

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabla 1. Cronograma de actividades de trabajo de campo                             |
| Tabla 2. Comparación de presupuesto de alternativas                                |
| Tabla 3. Valoración de criterios para las alternativas                             |
| Tabla 4. Coeficiente de Manning según el material                                  |
| Tabla 5. Áreas tributarias de los colectores sanitarios                            |
| Tabla 6. Caudal por tipo de infiltración                                           |
| Tabla 7. Resumen de cálculo del caudal de diseño de alcantarillado sanitario       |
| Tabla 8. Longitud de tuberías de alcantarillado sanitario                          |
| Tabla 9. Dimensiones de tubería HDPE100, Norma ISO4427                             |
| Tabla 10. Diseño a tubo lleno de alcantarillado sanitario                          |
| Tabla 11. Relaciones hidráulicas para tubo lleno                                   |
| Tabla 12. Relaciones hidráulicas asociadas al alcantarillado sanitario             |
| Tabla 13. Cálculo de parámetros reales en las tuberías de alcantarillado sanitario |
| Tabla 14. Factor Hd según régimen de flujo y relación $R_c/D_s$                    |
| Tabla 15. Radio de Curvatura de Pozo sanitario #2                                  |
| Tabla 16. Cotas en colectores de alcantarillado sanitario                          |
| Tabla 17. Volúmenes de materiales para alcantarillado sanitario                    |
| Tabla 18. Periodo de diseño T                                                      |
| Tabla 19. Coeficiente de escurrimiento C. Fuente: Interagua                        |
| Tabla 20. Coeficiente de retorno por área                                          |
| Tabla 21. Ecuaciones de curva IDF para estación M0056. Fuente: INAMHI              |
| Tabla 22. Caudal de diseño para alcantarillado pluvial Tramo 1-5                   |

|                                                                                                          |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Tabla 23. Caudal de diseño para alcantarillado pluvial tramo 9-14                                        |  |
| Tabla 24. Diseño a tubo lleno de alcantarillado pluvial tramo 1-5                                        |  |
| Tabla 25. Diseño a tubo lleno de alcantarillado pluvial tramo 9-14                                       |  |
| Tabla 26. Relación hidráulica a tubo lleno para alcantarillado pluvial tramo 1-5                         |  |
| Tabla 27. Relación hidráulica a tubo lleno para alcantarillado pluvial tramo 9-14                        |  |
| Tabla 28. Cálculo de parámetros reales para alcantarillado pluvial tramo 1-5                             |  |
| Tabla 29. Cálculo de parámetros reales para alcantarillado pluvial tramo 9-14                            |  |
| Tabla 30. Cotas de alcantarillado pluvial tramo 1-5                                                      |  |
| Tabla 31. Cotas de alcantarillado pluvial tramo 9-14                                                     |  |
| Tabla 32. Volúmenes de material para alcantarillado pluvial tramo 1-5                                    |  |
| Tabla 33. Volúmenes de material para alcantarillado pluvial tramo 9-14                                   |  |
| Tabla 34. Impactos ambientales en la etapa de construcción                                               |  |
| Tabla 35. Impactos ambientales en la etapa de operación y cierre                                         |  |
| Tabla 36. Rango de valoración de magnitud del impacto. Fuente: Chérrez (2023)                            |  |
| Tabla 37. Rango de valoración de importancia de impacto. Fuente: Chérrez (2023)                          |  |
| Tabla 38. Valores de IA según su calificación de impactos                                                |  |
| Tabla 39. Valoración de magnitud e importancia en las actividades del proyecto en etapa preliminar       |  |
| Tabla 40. Valoración de magnitud e importancia en las actividades del proyecto en etapa de construcción  |  |
| Tabla 41. Valoración de magnitud e importancia en las actividades del proyecto en etapa de mantenimiento |  |
| Tabla 42. Valoración de magnitud e importancia en las actividades del proyecto en etapa de cierre        |  |

Tabla 43. Valoración de IA para las actividades del proyecto

Tabla 44. APU's - Equipos

Tabla 45. APU's - Mano de obra

Tabla 46. APU's - Materiales

Tabla 47. Cantidades de obra

Tabla 48. Presupuesto referencial del proyecto

Tabla 49. Cronograma de actividades de obra

Tabla 50. APU Rubros #1

Tabla 51. APU Rubros #2

Tabla 52. APU Rubros #3

Tabla 53. APU Rubros #4

Tabla 54. APU Rubros #5

Tabla 55. APU Rubros #6

Tabla 56. APU Rubros #7

Tabla 57. APU Rubros #8

Tabla 58. APU Rubros #9

Tabla 59. APU Rubros #10

Tabla 60. APU Rubros #11

Tabla 61. APU Rubros #12

Tabla 62. APU Rubros #13

Tabla 63. APU Rubros #14

Tabla 64. APU Rubros #15

Tabla 65. APU Rubros #16

Tabla 66. APU Rubros #17



Tabla 67. APU Rubros #18

Tabla 68. APU Rubros #19

Tabla 69. APU Rubros #20

Tabla 70. APU Rubros #21

## **ÍNDICE DE PLANOS**

PLANO 1   Diseño de AALL

PLANO 2   Diseño de AASS

# Capítulo 1

# 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el crecimiento de los índices de delincuencia en varias ciudades del Ecuador ha representado un reto importante para la Policía Nacional. La lucha contra el crimen organizado, los delitos comunes y las amenazas a la seguridad ciudadana ha exigido un esfuerzo cada vez mayor por parte del personal policial y del Estado en general. Esto ha llevado a que se implementen nuevas estrategias de seguridad y también inversiones en infraestructura para fortalecer el trabajo de las fuerzas del orden.

Una de las zonas más críticas en cuanto a seguridad es la llamada Zona 8, que incluye a los cantones de Guayaquil, Durán y Samborombón. Esta zona, por su densidad poblacional y complejidad social, ha concentrado una gran parte de los recursos de la Policía Nacional. Dentro de esta jurisdicción, el Cuartel Modelo de Guayaquil es una de las principales sedes operativas y administrativas. Actualmente, en este cuartel trabajan alrededor de 650 agentes policiales, pero se ha planteado un proyecto habitacional que permitirá ampliar su capacidad hasta llegar a albergar a 1200 personas, entre personal administrativo y elementos policiales.

Este crecimiento poblacional representa un desafío no solo desde el punto de vista logístico y funcional, sino también en lo que se refiere a la infraestructura de servicios básicos. Las redes de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial fueron diseñadas para una cantidad de personas mucho menor, por lo que actualmente se encuentran en condiciones limitadas para satisfacer nuevas demandas. En consecuencia, es necesario realizar un rediseño técnico de las redes sanitaria y pluvial, para garantizar que el nuevo complejo funcione correctamente, sin generar problemas de salubridad, contaminación o afectaciones a la infraestructura.

En lo que respecta al sistema sanitario, es esencial considerar la nueva población que ocupará las instalaciones, así como sus necesidades diarias de consumo de agua y la generación correspondiente de aguas residuales. Un sistema mal diseñado puede causar reboses, malos

lores, contaminación del suelo y del agua subterránea, entre otros problemas sanitarios. Para evitar esto, se utilizarán criterios técnicos y datos reales de dotación de agua potable, población de saturación, caudales y topografía todo ello basándose en la normativa ecuatoriana vigente, como la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), y guías técnicas aplicables.

Por otro lado, el sistema pluvial también necesita ser rediseñado para responder a las condiciones climáticas actuales y a las proyecciones de crecimiento. El manejo adecuado del agua lluvia es fundamental para evitar inundaciones, encharcamientos, erosión del terreno y daños en las estructuras. Para ello, se deben tomar en cuenta datos hidrológicos y meteorológicos, como las lluvias máximas registradas, los periodos de retorno y las características físicas del terreno donde se ubicará el proyecto. El diseño se realizará aplicando métodos técnicos, en función de los datos disponibles y de la magnitud del proyecto.

El rediseño no solo debe resolver los problemas actuales, sino también permitir que el sistema siga funcionando adecuadamente a través del tiempo, considerando el límite poblacional dentro de las instalaciones del cuartel. Para lograrlo, es importante considerar aspectos como la pendiente natural del terreno, materiales para las tuberías, facilidad de mantenimiento, la compatibilidad con las redes existentes y la posibilidad de realizar futuras ampliaciones sin necesidad de rehacer toda la infraestructura.

## **1.1 Antecedentes**

La contaminación por aguas residuales es uno de los principales problemas ambientales en Guayaquil. A pesar de que el municipio ha realizado inversiones para mejorar la infraestructura sanitaria, alrededor del 40% de las aguas servidas aún se descargan sin el respectivo tratamiento en cuerpos hídricos como el estero Salado y el río Daule (Primicias, 2024). Esta situación genera serios riesgos para la salud pública y los ecosistemas acuáticos, debido a la alta carga de contaminantes orgánicos y bacterianos (El Comercio, 2019). Adicional a lo mencionado, la ciudad de Guayaquil, debido a su altura con respecto al nivel del mar, es

susceptible a la infiltración de agua de mar en sus redes de alcantarillado sanitario, desbordando la red de aguas servidas (Veolia, 2022). Actualmente, se ha demostrado que la salinidad presente en algunas zonas del sistema de drenaje está deteriorando las tuberías de hormigón, incrementando los costos de mantenimiento y disminuyendo la vida útil de la infraestructura (SENAGUA, 2016). Por otro lado, el cambio climático ha intensificado este problema en zonas de baja altitud, como, por ejemplo, en el sector del Cuartel Modelo, donde las variaciones en la marea y los suelos saturados incrementan la presión sobre las redes de alcantarillado (Veolia, 2022).

En los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, el tratamiento de las aguas servidas se alinea con el ODS 6, que busca “garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”, donde promueve infraestructura sanitaria segura y eficiente (Naciones Unidas, 2015). También se relaciona con el ODS 11, donde se orienta a lograr ciudades y comunidades sostenibles mediante la planificación urbana que garantice servicios adecuados y resilientes frente al cambio climático (ONU-Hábitat, 2022). Finalmente, el ODS 13 sobre “Acción por el clima” se torna relevante ante la necesidad de adaptarse a fenómenos como la intrusión salina, fuertes precipitaciones, aumento del nivel freático, aspectos que afectan a Guayaquil como ciudad costera vulnerable (PNUD, 2023).

## **1.2 Descripción del Problema**

El Cuartel Modelo del Distrito Metropolitano de Guayaquil presenta deficiencias en su sistema de alcantarillado, el cual no permite una adecuada recolección y evacuación de aguas residuales. Actualmente, la infraestructura existente es insuficiente para manejar la demanda de los usuarios y no está correctamente interconectada con la red municipal, lo que puede generar problemas de acumulación de aguas servidas, obstrucciones, filtraciones y contaminación ambiental. La falta de una red de alcantarillado ampliada y correctamente diseñada puede afectar la salubridad de las instalaciones, comprometiendo la calidad de vida del personal que hace uso

de estos espacios. Además, la ausencia de una interconexión eficiente con el sistema municipal impide una evacuación adecuada, lo que podría derivar en riesgos sanitarios y mayores costos de mantenimiento.

### **1.3 Justificación del Problema**

Un correcto diseño de la red de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil evita el colapso del sistema y la contaminación ambiental como consecuencia del rebose de las cámaras de aguas servidas, evitando malestar en los habitantes y posibles problemas de salud. Por este motivo es necesario el rediseño y ampliación de la actual red de alcantarillado actual para asegurar su eficiencia en la evacuación de las aguas residuales de la población de diseño.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Rediseñar y ampliar la red de alcantarillado del Cuartel Modelo del Distrito Metropolitano de Guayaquil, garantizando su correcta interconexión con la red municipal, optimizando la recolección y evacuación de aguas residuales, para la mejora de las condiciones sanitarias de las instalaciones.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Analizar el estado actual de las redes sanitaria y pluvial del Cuartel Modelo, identificando los principales problemas técnicos y estructurales.
2. Estimar la demanda futura de agua potable y la generación de aguas residuales en base al número proyectado de habitantes del nuevo complejo.
3. Recopilar y analizar información hidrológica y meteorológica de la zona para determinar los caudales de diseño del sistema pluvial.
4. Proponer al menos dos alternativas de diseño que faciliten el mantenimiento, sean adaptable a futuras ampliaciones y minimice los riesgos ambientales.

5. ODS 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, promoviendo infraestructura sanitaria segura y eficiente.



## **Capítulo 2**

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Revisión de literatura**

El correcto manejo de las aguas residuales es esencial para la sostenibilidad urbana, principalmente en ciudades con alta densidad poblacional. Actualmente, por presencia de colapsos de la infraestructura, intrusión salina, conexiones erradas, crecimiento exponencial de la población, entre otros factores, es necesario tomar medidas que solucionen la necesidad por medio de estrategias para el rediseño de redes de alcantarillado.

Estudios actuales demuestran que en Latinoamérica muchos sistemas de alcantarillado construidos en el siglo XX han presentado problemas o ya han cumplido su vida útil. Por ejemplo, en Lima, Perú, el 40% de los sistemas de alcantarillado presentan fallas o colapsos parciales y una de las principales causas es el aumento de caudal que circula por las tuberías por sobrepasar la población de diseño (Martínez et al, 2020). Estas fallas o colapsos provocan contaminación ambiental y brotes epidemiológicos principalmente en los suburbios según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2018).

Para mitigar estos daños se han presentado varios estudios y proyectos de rediseño como el caso de la India, donde en la ciudad de Mumbai se incluyó tecnología de sensores para detectar obstrucciones en tiempo real para prevenir inundaciones, realizando mantenimientos preventivos (Patankar et al., 2021). En Berlín, Alemania, cuentan con sistemas combinados de aguas residuales y pluviales por lo que, en tiempos de fuertes precipitaciones, el desborde del sistema era inevitable y para controlar estas inundaciones, se creó el plan “Estrategia de drenaje urbano sostenible” en el cual separaron parcialmente las redes mixtas o combinadas y se construyeron tanques de retención subterráneos con lo que lograron reducir en un 70% los desbordes al río (Berliner Wasserbetriebe, 2021). El caso de Tokio, Japón, es considerado uno de los sistemas más avanzados de aguas lluvias a nivel mundial, se trata del proyecto “Sistema G-Cans” en donde se han implementado túneles gigantes de 65 metros de profundidad y 6.4 Km de

longitud, donde pueden lograr almacenar hasta 670000m<sup>3</sup> de agua pluvial y destinarla para otros fines en tiempos de sequías o bombearla directamente al río Edo por medio de turbinas, con esto se han controlado las inundaciones en muchos distritos (MLIT, 2017). En conjuntos residenciales se evidencian más casos exitosos de rediseños de alcantarillado, tomando alternativas más convencionales, como el caso del conjunto habitacional “La Loma” ubicada en Guadalajara, México, afectadas por aguas negras rebosantes y se corrigieron las pendientes de las tuberías y se construyeron cámaras de inspección, con esto se reducen los malos olores causados por las aguas negras (Pérez & Hernández, 2016). En la ciudad de Cuenca, Ecuador, específicamente en la Urbanización El Arenal, el sistema de alcantarillado combinado presentaba falencias y se rediseñó sistemas de aguas negras y pluviales por separado, además se incluyó un drenaje superficial con zanjales verdes para reducir el impacto durante las altas precipitaciones en tiempos invernales (Sánchez & Torres, 2018).

## **2.2 Área de estudio**

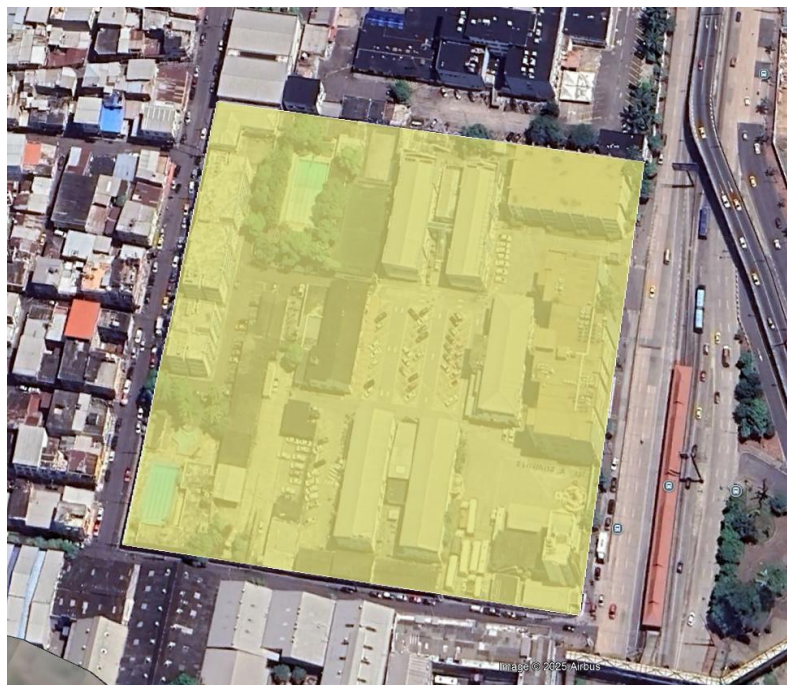
El Cuartel Modelo de Guayaquil de la Policía Nacional, se encuentra en el centro de la urbe, sector estratégico que alberga unidades operativas y administrativas, así también como personas detenidas temporalmente. Esta ubicación permite controlar la zona 8 de manera eficiente apoyadas por la Unidad de Policía Comunitaria (UPC). El área de estudio se delimita tanto espacialmente como temáticamente, evaluando el estado del actual sistema de alcantarillado para realizar un diagnóstico y correcto rediseño de la red de tuberías sanitarias y pluviales.

### **2.2.1 Ubicación geográfica**

Con coordenadas geográficas aproximadas Latitud 2°08'0.2" y Longitud 79°53'22" en la Av. De Las Américas y Av. Rodríguez Bonín, en la parroquia Tarqui de la ciudad de Guayaquil, se ubica el Cuartel Modelo. Situada en la región litoral del Ecuador, cerca del río Guayas, se expone a fenómenos meteorológicos característicos de la región.

**Figura 1**

*Cuartel Modelo de Guayaquil*



*Nota.* La figura muestra el área de estudio del proyecto. Fuente: Google Earth.

### **2.2.2 Clima y Meteorología**

El clima en la ciudad de Guayaquil es tropical con dos estaciones definidas, entre enero y abril con presencia de precipitaciones intensas que pueden provocar anegamientos urbanos si no se han desarrollado sistemas de drenaje pluvial adecuado o por la subida del nivel freático. La temporada seca se da entre los meses de mayo a diciembre.

La temperatura media anual oscila entre 25°C a 28°C, con alto porcentaje de humedad según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Además, las precipitaciones anuales pueden superar fácilmente los 1200 mm cuando existen eventos extremos como el fenómeno del niño donde se experimentan anomalías meteorológicas con torrenciales lluvias, hechos que sobrecargan las infraestructuras pluviales y también sanitarias de la ciudad que provocan

inundaciones, principalmente en zonas bajas cuyo nivel se encuentra entre 3 a 5 msnm como el sector de Sauces y el Cuartel Modelo de Guayaquil (Solórzano, 2023).

## **2.3 Trabajo de campo y laboratorio**

Con el objetivo de obtener datos precisos para el rediseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del Cuartel Modelo de la ciudad de Guayaquil, se llevaron a cabo diversas actividades de levantamiento en campo durante el período de estudio. Estas actividades permitieron recopilar información técnica actualizada sobre el estado de la infraestructura existente, así como insumos para el planteamiento de un nuevo diseño acorde a las condiciones reales del sitio.

### **2.3.1 Levantamiento Topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó con una estación total de precisión 5" segundos, modelo SOKKIA CX-65. Este instrumento fue empleado para obtener:

Coordenadas planimétricas y altimétricas de cada pozo de revisión, sumidero, cámara de inspección existente.

Cotas de batea o invert y cotas de tapa de cámaras de aguas servidas y pluviales.

Longitudes y pendientes reales de los tramos de tubería.

Topografía general del área de estudio

El propósito de esta actividad fue elaborar una red georreferenciada de las infraestructuras existentes, la cual sirvió para evaluar el estado actual del sistema de alcantarillado y tomar los correspondientes correctivos para el rediseño. Según Salgado (2019), el levantamiento topográfico en redes de saneamiento permite conocer el comportamiento del flujo a lo largo del sistema y detectar zonas con contrapendientes o pérdidas de carga.

### 2.3.2 Personal técnico involucrado

Los trabajos de campo contaron con la participación de un equipo técnico conformado por:

- Un topógrafo profesional certificado.
- Dos auxiliares de topografía encargados de la manipulación de prismas reflectores y trabajos de campo como la apertura de las cámaras de inspección.
- El tesista, a cargo de la toma de datos.
- Tutor de tesis, quien supervisa las actividades.

Este equipo operó de manera coordinada, cumpliendo protocolos de seguridad dentro del recinto policial, bajo autorización de la administración del Cuartel Modelo.

#### **Figura 2**

*Levantamiento topográfico en el Cuartel Modelo de Guayaquil*



*Nota.* La figura muestra el trabajo de campo realizado dentro de las instalaciones del Cuartel Modelo de Guayaquil.

### 2.3.3 Recolección de información sobre dotación

Con el fin de estimar el caudal de aguas servidas generado, se gestionó un requerimiento técnico a la Policía Nacional, con la ayuda del personal encargado dentro de las instalaciones del Cuartel Modelo. Se solicitó información de consumos mensuales del Cuartel Modelo durante el último año.

Estos datos permitieron determinar la dotación per cápita efectiva en función del consumo real, contrastándola con los valores de referencia del Código Ecuatoriano de la Construcción (2011) y los parámetros técnicos establecidos por la Norma INEN 005-1075 para el diseño de redes sanitarias.

### 2.3.4 Cronograma general de actividades de campo

Los trabajos de campo se realizaron durante los meses de mayo y junio del 2025, con jornadas planificadas como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Cronograma de actividades de trabajo de campo*

| <b>Actividad</b>                                             | <b>Duración<br/>(días)</b> | <b>Fecha de ejecución</b> |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>Reconocimiento previo del área</b>                        | 1                          | 21/mayo/2025              |
| <b>Gestión de recursos técnicos y humanos</b>                | 5                          | 26-30/mayo/2025           |
| <b>Topografía del área de estudio</b>                        | 3                          | 3-5/junio/2025            |
| <b>Procesamiento de datos levantados</b>                     | 2                          | 6-7/junio/2025            |
| <b>Solicitud y recepción de datos adicionales necesarios</b> | 5                          | 1-10/junio/2025           |

Este cronograma permitió la organización del personal y los recursos técnicos necesarios para llevar a cabo el trabajo de campo de manera eficiente y de esta manera garantizar la calidad de datos obtenidos.

## **2.4 Análisis de datos**

Con base en los trabajos de campo ejecutados y los datos recolectados, se procedió al análisis técnico del estado actual de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial del Cuartel Modelo de la Policía Nacional. A continuación, se presentan los principales hallazgos, estructurados por componentes de infraestructura.

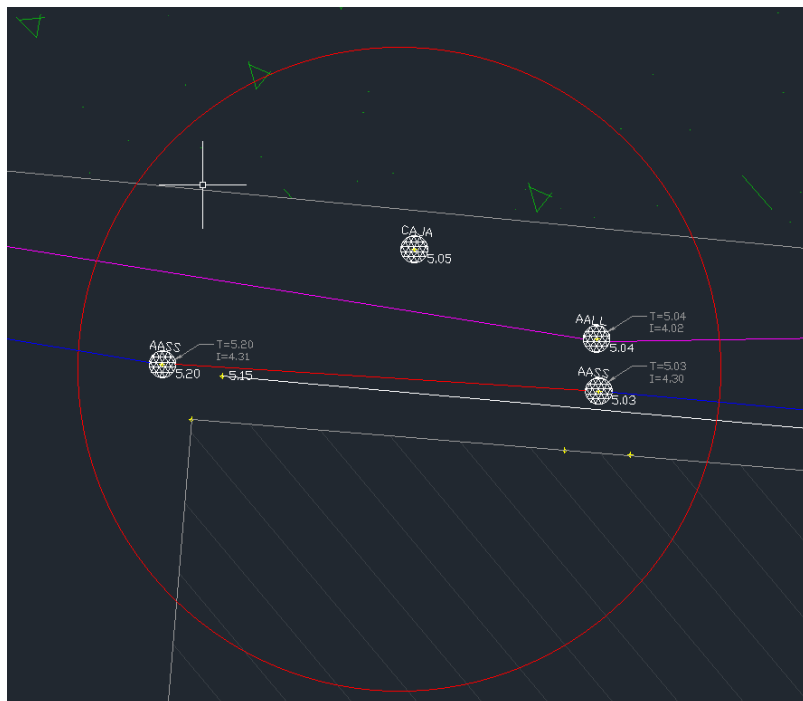
### **2.4.1 Estado del Sistema de alcantarillado**

El levantamiento topográfico y la inspección visual revelaron que el sistema de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, presenta un estado general de deterioro avanzado, con presencia de tramos colapsados, pozos de revisión parcialmente inutilizables y sumideros obsoletos. También se logró visualizar que en algunos tramos las pendientes de la tubería no cumplen con la normativa vigente como se muestra en la figura 3.



**Figura 3**

*Tramo de tubería que incumple normativa*



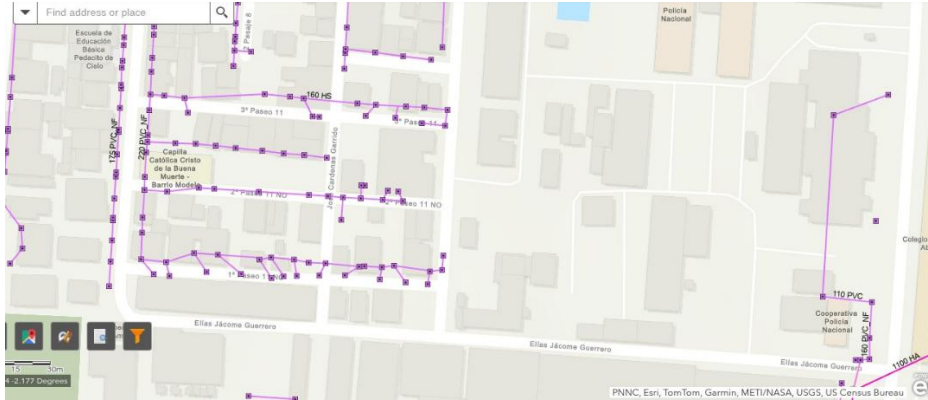
*Nota.* La figura señala uno de los tramos de tuberías existente con pendiente menor al 0.5% dentro de las instalaciones del Cuartel Modelo de Guayaquil.

#### **2.4.1.1 Sistema de aguas servidas**

- Las tuberías existentes presentan evidentes signos de desgaste, sedimentación y posibles obstrucciones.
- En varios tramos, se identificaron pendiente que no cumplen con la normativa, lo cual genera acumulación de aguas residuales y posibles retornos.
- Existe un punto de descarga óptimo para el descargo de las aguas servidas.
- Los pozos de aguas servidas se encuentran rebosados o a punto del rebose, lo que compromete a todo el sistema.

**Figura 4**

*Red de alcantarillado sanitario municipal*



*Nota.* La figura muestra la red de aguas servidas en el perímetro del Cuartel Modelo y señala donde se realizará la conexión con la red municipal de alcantarillado.

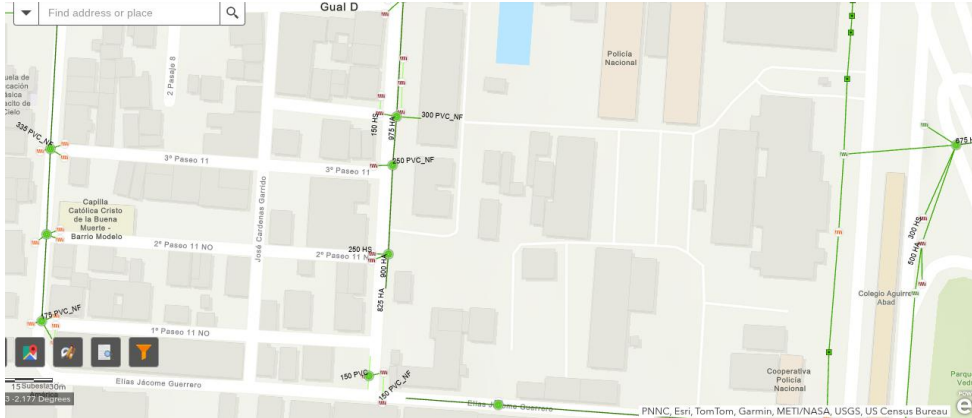
Este estado de deterioro compromete seriamente la funcionalidad del sistema, provocando riesgos de infiltración, contaminación y colapsos locales, especialmente durante fuertes precipitaciones o alta ocupación de los servicios sanitarios en el conjunto.

**2.4.1.2 Sistema Pluvial**

- Se identificó una red de drenaje pluvial comprometida, compuesta por sumideros tipo rejilla en mal estado, muchos de los cuales están obstruidos por sedimentos o material vegetal.
- Se observó socavación de material alrededor de las tuberías en varias cámaras de inspección.
- Se verificó que existen dos puntos de descargas al alcantarillado pluvial municipal.

**Figura 5**

*Red de alcantarillado pluvial municipal*



*Nota.* La figura muestra la red de aguas lluvias en el perímetro del Cuartel Modelo.

El actual sistema no es adecuado para desaguar el caudal de diseño y presenta riesgo de inundaciones parciales o totales dentro del Cuartel.

#### **2.4.2 Dotación de agua potable**

Mediante la información brindada por los servidores de la Policía Nacional, se obtuvo el consumo de agua potable de los últimos cuatro meses, cuyo promedio mensual es de  $7656 \text{ m}^3$  lo que equivale a  $255 \text{ m}^3$  de consumo por día. Utilizando la ecuación:

$$\text{Dotación} = \frac{\text{Consumo de agua potable promedio diario (litros/día)}}{\text{Población actual (hab)}}$$

Donde la población actual representa el número de habitantes para los cuales está distribuido el consumo de agua potable.

De esta manera obtenemos una dotación de  $425.3 \text{ l/hab/día}$  la cual es elevada según la normativa INEN 005-9-1 la cual establece una dotación entre  $200$  a  $350 \text{ l/hab/día}$  para recintos policiales o militares. Considerando que el Cuartel Modelo de la ciudad de Guayaquil contiene áreas de lavandería, cocina, limpieza, entre otras, las cuales están operativas  $24/7$ , los valores

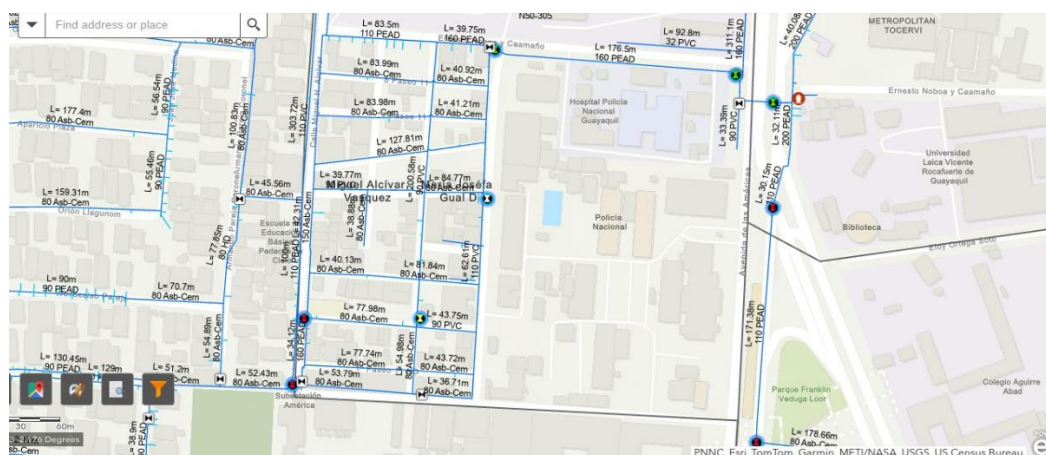
obtenidos pueden alcanzar o superar los 400 l/hab/día en condiciones de alta demanda (WHO, 2006).

Por otra parte, no se puede descartar una posible fuga de agua potable en las instalaciones lo cual también justificaría el valor elevado de la dotación, por este motivo, la dotación de diseño se establece en 425.3 l/hab/día.

Se proporcionó también información de la red principal de agua potable y se verificó que, en el trazado del diseño, las redes de agua potable no sean obstáculo para el desarrollo del diseño.

**Figura 6**

*Red de agua potable municipal*



*Nota.* La figura muestra la red de agua potable en el perímetro del Cuartel Modelo.

## 2.5 Análisis de alternativas

Con base en el diagnóstico técnico realizado en el Cuartel Modelo de Guayaquil, se identificó que el sistema de alcantarillado pluvial y sanitario presenta deficiencias estructurales, hidráulicas y de mantenimiento que afectan su funcionalidad. Estas deficiencias incluyen el colapso de la red de alcantarillado, sumideros obsoletos, descargas mal conectadas a la red municipal, y riesgo de refluo o intrusión marina.

Para abordar este problema, se plantean dos alternativas técnicas de solución, las cuales fueron desarrolladas considerando criterios técnicos, operativos, económicos y de sostenibilidad. Ambas alternativas buscan optimizar el funcionamiento del sistema de evacuación de aguas servidas y pluviales, minimizando riesgos sanitarios, estructurales y operativos en el cuartel.

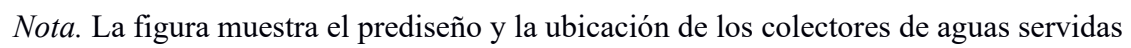
Tomando en cuenta que la red completa se encuentra comprometida, se realizaron dos trazados diferentes como alternativas las cuales buscan optimizar el diseño. Es necesario recalcar que ambos trazados cumplen con la normativa INEN 005-9-1 donde se establecen las pendientes, fuerza tractiva, velocidades mínimas y máximas, entre otros parámetros hidráulicos.

Debido a que el sector del Cuartel Modelo se encuentra en zona baja, propensa a encontrar el nivel freático a poca profundidad, en colaboración con el cliente, se ha decidido implementar Polietileno de Alta Densidad HDPE en la red de alcantarillado sanitario por su termofusión al conectar las tuberías, lo cual lo hace hermético y minimiza los impactos ambientales por filtraciones de aguas servidas al suelo o viceversa.

### **2.5.1 Alternativa 1: Trazado 1**

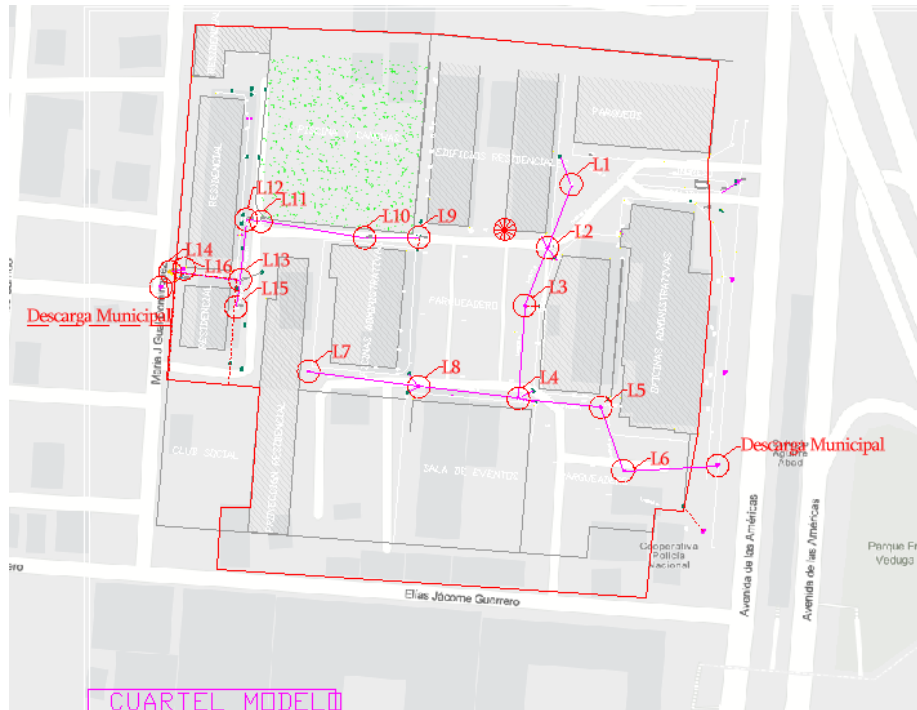
Esta alternativa contempla la renovación total de la red interna de alcantarillado sanitario y pluvial utilizando materiales tradicionales, tales como tuberías de HDPE (Polietileno de Alta Densidad) para el sistema sanitario y PVC-Novafort para el sistema pluvial. De esta manera se obtiene un total de 270 m de longitud de tubería de HDPE y 357 m de longitud de tubería de PVC-Novafort con un total de 28 nuevas Cámaras.

### *Trazado sanitario para alternativa 1*



**Figura 8**

*Trazado pluvial para alternativa 1*



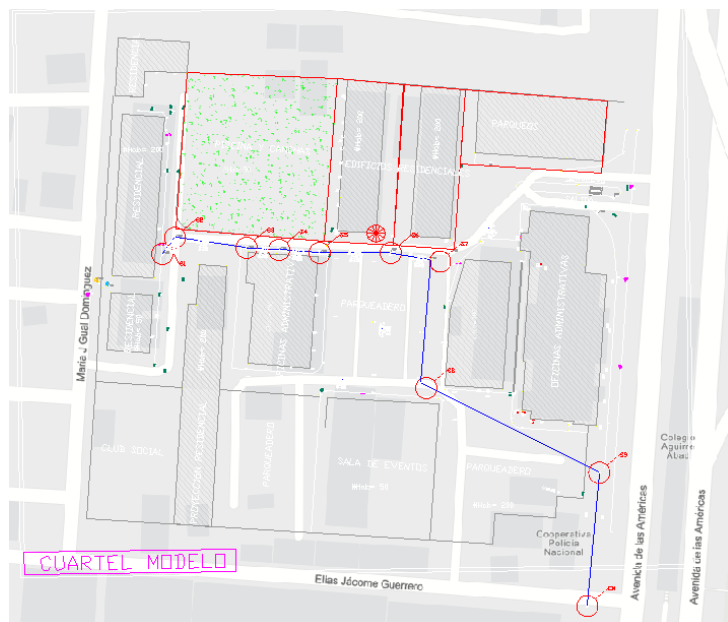
*Nota.* La figura muestra el prediseño y la ubicación de los colectores de aguas lluvias que corresponden a la alternativa 1

## **2.5.2 Alternativa 2: Trazado 2**

Para esta alternativa se planteó un trazado diferente, donde las aguas lluvias son descargadas a una cámara municipal ubicada en el sureste del conjunto y la red domiciliaria sanitaria y pluvial del bloque de proyección residencial se distribuye hacia el noroeste con el fin de suprimir dos colectores. Sin embargo, esta modificación requiere de un nuevo trazado de la red secundaria para descargar a los colectores viables en esta alternativa.

**Figura 9**

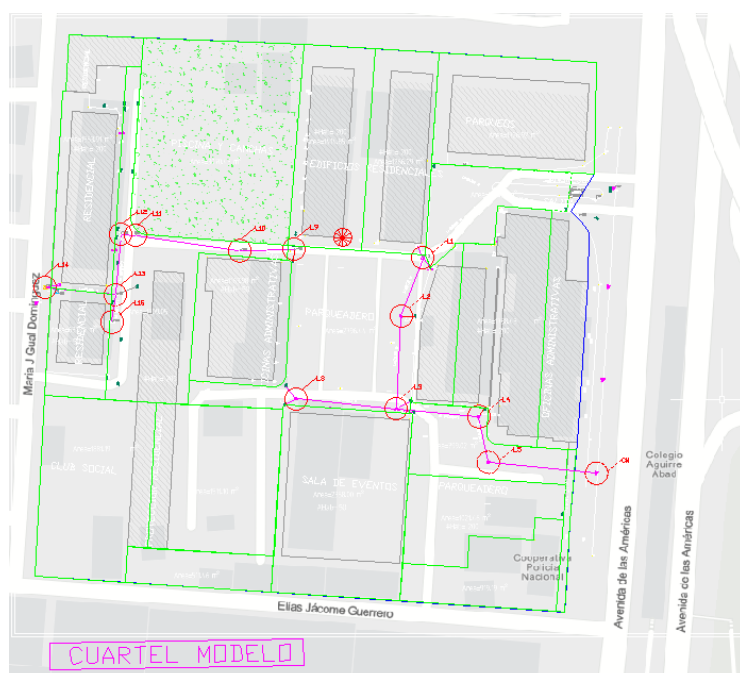
*Trazado sanitario para alternativa 2*



*Nota.* La figura muestra el prediseño y la ubicación de los colectores de aguas servidas

**Figura 10**

*Trazado pluvial para alternativa 2*





*Nota.* La figura muestra el prediseño y la ubicación de los colectores de aguas lluvias que corresponden a la alternativa 2

### **2.5.3 Metodología de evaluación**

Para seleccionar la solución más adecuada en el rediseño del sistema de alcantarillado del Cuartel Modelo de Guayaquil, se empleó una matriz de Likert, que permite comparar diferentes alternativas en función de su desempeño técnico, funcional, económico y operativo.

Esta metodología consiste en asignar a cada alternativa una calificación numérica en escala ordinal del 1 al 5, donde:

1 = Muy bajo desempeño

2 = Bajo desempeño

3 = Desempeño medio

4 = Buen desempeño

5 = Muy buen desempeño

A cada criterio evaluado se le asignó un peso porcentual según su importancia relativa dentro del proyecto, y los puntajes obtenidos por cada alternativa fueron multiplicados por ese peso para obtener una valoración ponderada.

Esta metodología garantiza una selección razonada, justificada y alineada con los objetivos funcionales y estratégicos del sistema de alcantarillado del cuartel.

### **2.5.4 Criterios de evaluación**

Para determinar la alternativa más adecuada para solucionar las deficiencias del sistema de alcantarillado del Cuartel Modelo de Guayaquil, se establecieron cuatro criterios técnicos de

evaluación, con base en normativa, economía, viabilidad del proyecto y el impacto causado.

Estos criterios permiten comparar las alternativas propuestas de forma objetiva, asignando un peso relativo a cada uno según su importancia en el contexto del proyecto.

#### **2.5.4.1 Costo de implementación (40%)**

El criterio considera evaluar el costo total de implementación, incluyendo materiales, mano de obra, excavación, instalación y conexión a la red municipal.

##### **Métricas:**

- Costo de tuberías: Depende del diámetro y material. Tuberías de mayor diámetro son más costosas, pero tramos más largos pueden aumentar costos por mayor volumen de excavación.
- Costo de excavación: Proporcional a la longitud de los tramos y la profundidad requerida. Se consideró una profundidad de 2m de promedio de excavación para cada alternativa.
- Costos asociados: Excavación, relleno y compactación, reposición de pavimento, cámaras de inspección, sumideros.

##### **Método de Evaluación:**

Calcular el presupuesto detallado para cada alternativa. Comparar el costo inicial y considerar economías de escala y asignar un valor del 1 al 5 donde 5 representa la alternativa más económica.

**Tabla 2***Comparación de presupuesto de alternativas*

| PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LAS ALTERNATIVAS |        |       |          |          |             |             |
|---------------------------------------------|--------|-------|----------|----------|-------------|-------------|
| RUBRO                                       | Unidad | VALOR | CANTIDAD | CANTIDAD | TOTAL ALT 1 | TOTAL ALT 2 |
| EXCAVACIÓN MAT. NO CLASIFICADO              | m      |       |          |          |             |             |
|                                             | 3      | 5,01  | 1003     | 800      | 5025,03     | 4008,00     |
| RELLENO Y COMPACTACIÓN MAT. BASE            | m      |       |          |          | 28063,9     | 22384,0     |
| TIPO III                                    | 3      | 27,98 | 1003     | 800      | 4           | 0           |
| SUM E INST DE TUBERÍA 175mm (HDPE)          | m      | 15,25 | 270      | 248      | 4117,50     | 3782,00     |
|                                             |        |       |          |          | 16746,8     | 11868,2     |
| SUM E INST DE TUBERÍA 335mm (PVC)           | m      | 46,91 | 357      | 253      | 7           | 3           |
|                                             |        | 738,2 |          |          | 20671,0     | 18456,2     |
| CÁMARA CENTRAL (1,6m X 1,6m x Hvar)         | u      | 5     | 28       | 25       | 0           | 5           |
| SUM E INST SUMIDEROS                        | u      | 197   | 4        | 4        | 788,00      | 788,00      |
|                                             |        |       |          |          | 75412,3     | 61286,4     |
|                                             |        |       |          |          | 4           | 8           |

El presupuesto referencial de los rubros con mayor aporte de ambas alternativas, muestran una diferencia de \$14125.86 que representa una amplia ventaja de la alternativa 2. No se han considerado tramos de red secundaria para esta comparación.

La puntuación para las alternativas queda de la siguiente manera:

- Alternativa 1: 3ptos
- Alternativa 2: 5ptos

#### **2.5.4.2 Facilidad de construcción (25%)**

Se evalúa la complejidad de la construcción en función de la longitud de los tramos y las condiciones del sitio.

**Métricas:**

- Longitud total: Tramos más cortos pueden reducir el tiempo y esfuerzo de excavación.

- Interferencias: Considerar obstáculos como edificaciones, servicios públicos existentes que puedan complicar la excavación.
- Profundidad: Diámetros mayores o pendientes específicas pueden requerir excavaciones más profundas, aumentando la complejidad.

**Método de Evaluación:**

Analizar planos topográficos e información brindada de los servicios públicos y realizar un conteo de interferencias. Estimar tiempos de construcción y requerimientos de maquinaria adicional que se puedan llevar a cabo por estas interferencias.

**2.5.4.3 Adaptabilidad a futuras expansiones (20%)**

Se evalúa la capacidad de cada alternativa para adaptarse a un aumento en la población por futuras ampliaciones no proyectadas actualmente.

**Métricas:**

- Capacidad sobrante: Diámetros mayores ofrecen mayor capacidad para caudales futuros, reduciendo la necesidad de rediseños.
- Cumplimiento de parámetros: Se evalúa el comportamiento de los parámetros ante el hipotético caso de aumento poblacional.

**Método de Evaluación:**

Simular en la hoja de cálculo del diseño el cumplimiento de los parámetros ante un aumento del 20% de la población de diseño para verificar la capacidad de cada alternativa. Si la alternativa no cumple con los parámetros de diseño automáticamente la valoración será 1, si la alternativa cumple con los parámetros al límite de estos, en este caso la alternativa será un 3, y si el diseño cumple con sus parámetros sin riesgo de colapso, la alternativa obtendrá una valoración de 5.

#### 2.5.4.4 Tiempo de ejecución (15%)

Se compara el tiempo necesario para construir cada alternativa, considerando la longitud de los tramos y la logística.

##### Métricas:

- Duración de excavación: Tramos más largos requieren más tiempo, pero diámetros mayores pueden necesitar maquinaria especializada.
- Coordinación con autoridades: Evaluar el tiempo de aprobación de planos.

##### Método de Evaluación:

Elaborar un cronograma preliminar para cada alternativa, considerando excavación, instalación y pruebas. La valoración de las alternativas se realizará con referencia a la alternativa con menor tiempo de ejecución según el cronograma, siendo esta alternativa la que obtenga un valor de 5 según la escala de Likert.

#### 2.5.5 Evaluación y selección de alternativa

**Tabla 3**

*Valoración de criterios para las alternativas*

| Criterio de evaluación              | Peso (%)    | Alternativa 1 | Puntaje (1-5) | Ponderación | Alternativa 2 | Puntaje (1-5) | Ponderación |
|-------------------------------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| Costo de implementación             | 40%         | Alto          | 4             | 1,6         | Alto          | 5             | 2           |
| Facilidad de construcción           | 25%         | Media         | 3             | 0,75        | Alta          | 4             | 1           |
| Adaptabilidad a futuras expansiones | 20%         | Alto          | 3             | 0,6         | Bajo          | 5             | 1           |
| Tiempo de ejecución                 | 15%         | Media         | 3             | 0,45        | Baja          | 4             | 0,6         |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>100%</b> | —             | —             | <b>3,4</b>  | —             | —             | <b>4,6</b>  |

*Nota.* La tabla representa la evaluación técnica de las alternativas propuestas.

## **Capítulo 3**

### 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

El diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial para el Cuartel Modelo de Guayaquil requiere la determinación de parámetros hidráulicos y operativos que garanticen la eficiencia, sostenibilidad y cumplimiento normativo. De acuerdo con los parámetros obtenidos, se realiza el diseño de caudales y colectores siguiendo el volumen 3 del Manual de Interagua para redes de alcantarillado en la ciudad de Guayaquil.

#### 3.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

Se realiza una revisión de los datos conocidos que son necesarios para el diseño, entre los cuales se encuentran:

Área tributaria: 2.7 ha

Dotación: 425.3 l/hab/día

Población de diseño: 1200

Datos obtenidos previamente por parte del cliente y por el levantamiento topográfico realizado en el cuartel.

##### 3.1.1 Parámetros de diseño

###### 3.1.1.1 *Coeficiente de retorno (Cr)*

###### **Definición:**

El coeficiente de retorno (Cr) representa la fracción del agua potable consumida que se convierte en agua residual y retorna al sistema de alcantarillado sanitario. Es un parámetro crítico para estimar el caudal medio de aguas residuales.

###### **Obtención:**

Según el Manual de Diseño de Interagua, el coeficiente de retorno varía entre 0.7 y 0.9, dependiendo del tipo de uso (residencial, comercial, institucional) y las características del sistema de agua potable. Para áreas residenciales urbanas como el Cuartel Modelo, se

recomienda un valor típico de 0.8, que refleja pérdidas por evaporación, infiltración o usos no retornados (riego, limpieza).

La Norma INEN 2319:2008 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2008) para el diseño de alcantarillado sanitario establece un rango de 0.75 a 0.85 para zonas urbanas, validando el uso de 0.8.

### **3.1.1.2 Coeficiente de Manning**

#### **Definición:**

El coeficiente de Manning (n) mide la rugosidad de la superficie interna de las tuberías, afectando la resistencia al flujo en los colectores sanitarios. Es esencial para calcular la velocidad y el caudal en la ecuación de Manning.

#### **Obtención:**

El Manual de “Normas y Criterios de diseño para acueducto y alcantarillado en la ciudad de Santiago de Guayaquil” en su volumen 3 especifica valores de rugosidad según el material de las tuberías. Para tuberías de PVC, comúnmente utilizadas en alcantarillado sanitario, se adopta  $n = 0.009$ . Sin embargo, el material a utilizar es polietileno de alta densidad la cual tiene un coeficiente de rugosidad de 0.01 según las especificaciones técnicas de HDPE100 de IWIA.

**Tabla 4**

*Coeficiente de Manning según el material. Fuente: López, 2004*

| <b>Material</b> | <b>n (Manning)</b> |
|-----------------|--------------------|
| Asbesto Cemento | 0.01               |
| Concreto liso   | 0.012              |
| Concreto áspero | 0.016              |
| Cemento pulido  | 0.011              |
| Cemento mortero | 0.013              |
| Piedra          | 0.025              |
| PVC             | 0.009              |



### **3.1.1.3 Coeficiente de Harmon (M)**

#### **Obtención:**

En las normas y criterios de Interagua se adopta la fórmula de Harmon para estimar el caudal máximo horario en base al caudal medio previamente obtenido para población entre 1000 a 10000 personas.

$$M = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde;

M= Factor de Harmon

P= Población en miles

Esta fórmula, propuesta por Harmon (1918), es ampliamente utilizada en América Latina y recomendada por la Norma INEN 2319:2008 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2008) para poblaciones menores a 10,000 habitantes.

La población de diseño del proyecto es de 1200 habitantes por lo que el coeficiente de Harmon, aplicando la ecuación es igual a 3.75

### **3.1.2 Cálculo de caudal de diseño**

Para el cálculo del caudal de diseño del alcantarillado sanitario, se rige a las normativas técnicas vigentes y al Manual de Interagua.

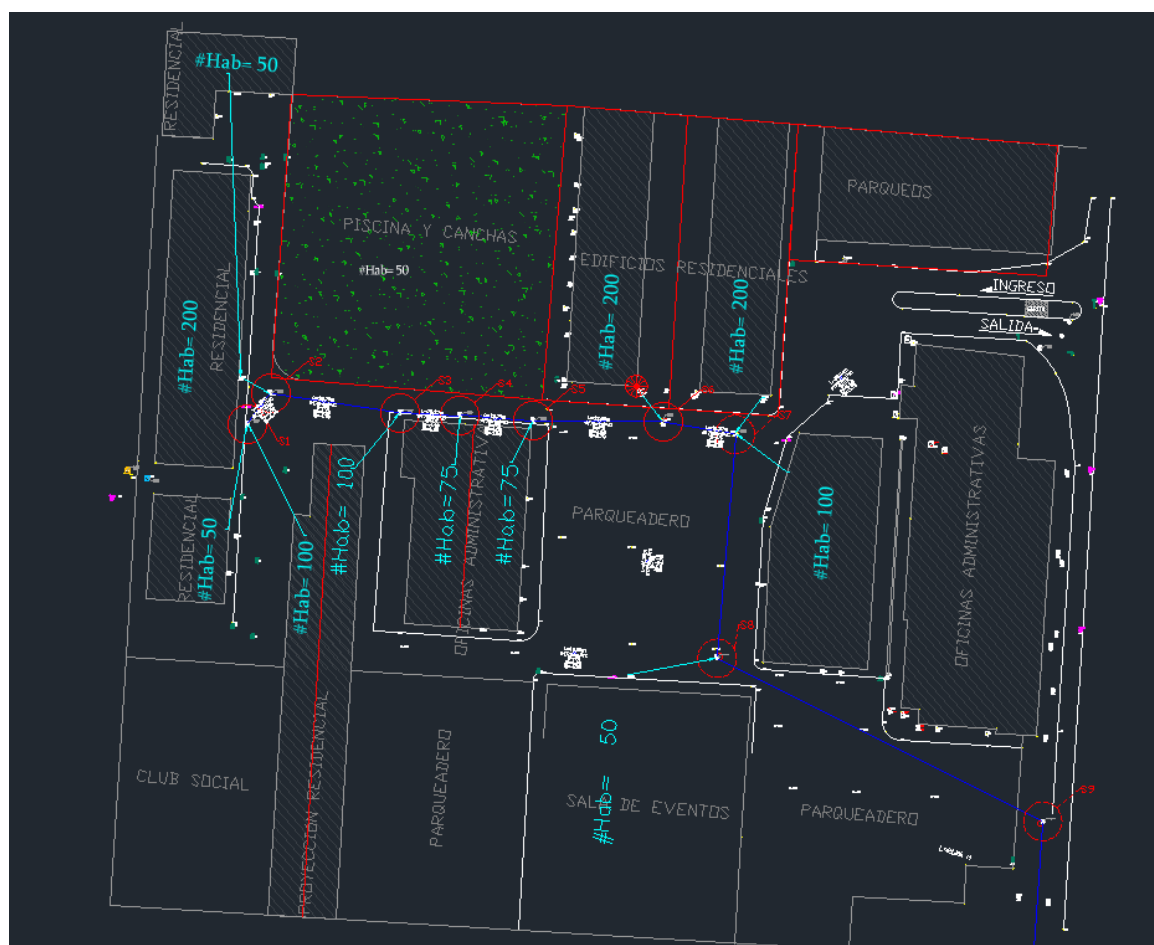
En la memoria de cálculo se ejemplifica los pasos para obtener el caudal. El tramo del ejemplo corresponde al tramo que va del pozo 2 al pozo 3, que para efectos prácticos se lo denomina tramo 2-3.

### 3.1.2.1 Área de aportación parcial y total

Para determinar el área que aporta a cada colector se estimó el número de habitantes por edificio residencial y se ponderó un área según el área total.

**Figura 11**

*Áreas de aporte para cada colector del alcantarillado sanitario*



**Tabla 5**

*Áreas tributarias de los colectores sanitarios*

| Colectores |   | Área tributaria |       |     |  |
|------------|---|-----------------|-------|-----|--|
| Tramos     |   | Parcial         | Total |     |  |
| 1          | 2 | 0,34            | 0,34  | 150 |  |
| 2          | 3 | 0,56            | 0,90  | 400 |  |
| 3          | 4 | 0,23            | 1,13  | 500 |  |
| 4          | 5 | 0,17            | 1,29  | 575 |  |

|   |    |       |      |      |
|---|----|-------|------|------|
| 5 | 6  | 0,17  | 1,46 | 650  |
| 6 | 7  | 0,45  | 1,91 | 850  |
| 7 | 8  | 0,68  | 2,59 | 1150 |
| 8 | 9  | 0,112 | 2,70 | 1200 |
| 9 | CM | 0     | 2,70 | 1200 |

El área parcial corresponde a las áreas que llegan directamente al Pozo de inspección, mientras que el área total es el área parcial más el área acumulada previa al pozo de análisis.

Para el ejemplo del tramo 2-3, el área total quedaría como en la siguiente ecuación:

$$\text{Área acumulada} = 0.56 \text{ Ha} + 0.34 \text{ Ha} = 0.90 \text{ Ha}$$

### 3.1.2.2 Población acumulada

Siguiendo el ejemplo del tramo 2-3, la población acumulada es la población para la cual sirve el pozo.

$$\text{Población acumulada} = \text{Densidad} * \text{Área acumulada}$$

$$\text{Población acumulada} = 444.44 \frac{\text{hab}}{\text{Ha}} * 0.9 \text{ Ha}$$

$$\text{Población acumulada} = 400 \text{ hab}$$

### 3.1.2.3 Caudal Doméstico

El caudal doméstico en L/s.Ha es el caudal que aporta los habitantes y la ecuación viene dada en función de la densidad, dotación y coeficiente de retorno.

$$Q_{dom} = \frac{Den * Dot * Cr}{86400}$$

$$Q_{dom} = \frac{444.44 * 425.33 * 0.8}{86400}$$

$$Q_{dom} = 1.75 \frac{\text{L}}{\text{s.Ha}}$$

#### **3.1.2.4 Caudal comercial, institucional, industrial**

Dentro del área de estudio no se encuentran zonas industriales ni comerciales, sí se encuentran zonas institucionales pero las mismas ya cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario independiente el cual no forma parte del diseño. Por estas razones, el caudal comercial, institucional y doméstico tendrán un valor de 0 L/s.Ha

#### **3.1.2.5 Caudal máximo horario**

El caudal máximo instantáneo ( $Q_{max-h}$ ) se lo determina sumando los porcentajes de los caudales doméstico, comercial, institucional e industrial y la sumatoria se lo mayor con el coeficiente de Harmon (M) determinado en la sección 3.1.1.3. Luego se pondera a cada área y se adiciona el caudal instantáneo que proviene del anterior colector.

$$Q_{max - inst} = (Q_{dom} * \text{Área acumulada}) * M$$

$$Q_{max - inst} = \left( 1.75 \frac{L}{s * Ha} * 0.90 Ha \right) * 3.75$$

$$Q_{max - inst} = 5.90 \frac{L}{s}$$

#### **3.1.2.6 Caudal de conexiones erradas**

El rediseño de alcantarillado separa las aguas negras de las aguas lluvia por lo que no existen conexiones erradas en el diseño.

#### **3.1.2.7 Caudal por infiltración**

Se debe considerar todos los posibles escenarios que puedan suceder en la red de alcantarillado a lo largo de su vida útil. Por este motivo se considera también la posible infiltración al sistema por aguas subterráneas, filtraciones en la conexión de la tubería con los pozos de inspección o por alguna fisura no controlada. Interagua provee una tabla de rango de valores de caudal según como se muestra a continuación.

**Tabla 6**

*Caudal por tipo de infiltración. Fuente: Interagua*

| <b>Tipo de infiltración</b> | <b><math>Q_{inf}</math> [L/s. Ha]</b> |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Alta                        | 0.15 – 0.40                           |
| Media                       | 0.10 – 0.30                           |
| Baja                        | 0.05 – 0.20                           |

Al tratarse de un nuevo diseño, la norma sugiere escoger una infiltración baja por lo que para el proyecto se escogió una infiltración de 0.15L/s.Ha.

### **3.1.2.8 Caudal de diseño**

Para la selección del caudal de diseño se suman el caudal máximo horario el caudal por infiltración y el caudal por conexiones erradas.

Para el tramo 2-3 se obtiene:

$$Q_{diseño} = Q_{maxh} + Q_{inf} * \text{Área acumulada} + Q_{err}$$

$$Q_{diseño} = 5.9 \frac{L}{s} + 0.15 \frac{L}{s.Ha} * 0.9Ha + 0$$

$$Q_{diseño} = 6.04 \frac{L}{s}$$

La normativa indica que el caudal mínimo que transita por una tubería debe ser mayor que 1.5 L/s por lo que si el caudal calculado es menor que 1.5 L/s entonces el caudal de diseño adoptado sería el que indica la norma. Para el ejemplo del tramo 2-3, el caudal de diseño adoptado es 6.04 L/s.

**Tabla 7**

*Resumen de cálculo del caudal de diseño de alcantarillado sanitario*

| Colectores |         | Área tributaria |       |        |       |      | Doméstico |         | Infiltración |         | Q diseño |       |          |
|------------|---------|-----------------|-------|--------|-------|------|-----------|---------|--------------|---------|----------|-------|----------|
| Tramos     | Parcial |                 | Total | % Área | Dens  | Pob  | Ls/s. Ha  | L/s. ha | L/s          | L/s. ha | L/s      | Calc  | Adoptado |
| 1          | 2       | 0,34            | 0,34  | 100%   | 444,4 | 150  | 1,75      | 6,6     | 2,21         | 0,15    | 0,05     | 2,26  | 2,26     |
| 2          | 3       | 0,56            | 0,90  | 100%   | 444,4 | 400  | 1,75      | 6,6     | 5,90         | 0,15    | 0,14     | 6,04  | 6,04     |
| 3          | 4       | 0,23            | 1,13  | 100%   | 444,4 | 500  | 1,75      | 6,6     | 7,38         | 0,15    | 0,17     | 7,55  | 7,55     |
| 4          | 5       | 0,17            | 1,29  | 100%   | 444,4 | 575  | 1,75      | 6,6     | 8,49         | 0,15    | 0,19     | 8,68  | 8,68     |
| 5          | 6       | 0,17            | 1,46  | 100%   | 444,4 | 650  | 1,75      | 6,6     | 9,60         | 0,15    | 0,22     | 9,82  | 9,82     |
| 6          | 7       | 0,45            | 1,91  | 100%   | 444,4 | 850  | 1,75      | 6,6     | 12,55        | 0,15    | 0,29     | 12,84 | 12,84    |
| 7          | 8       | 0,68            | 2,59  | 100%   | 444,4 | 1150 | 1,75      | 6,6     | 16,98        | 0,15    | 0,39     | 17,36 | 17,36    |
| 8          | 9       | 0,112           | 2,70  | 100%   | 444,4 | 1200 | 1,75      | 6,6     | 17,71        | 0,15    | 0,40     | 18,12 | 18,12    |
| 9          | CM      | 0               | 2,70  | 100%   | 444,4 | 1200 | 1,75      | 6,6     | 17,71        | 0,15    | 0,40     | 18,12 | 18,12    |

### 3.1.3 Diseño de colectores

#### 3.1.3.1 Longitud de tubería

La longitud de cada tramo de tubería se lo determinó con la ayuda del modelado en AutoCAD. A continuación, se muestra la longitud para cada tramo.

**Tabla 8**

*Longitud de tuberías de alcantarillado sanitario*

| Colectores |              |       |
|------------|--------------|-------|
| Tramos     | Longitud (m) |       |
| 1          | 2            | 6,29  |
| 2          | 3            | 23,18 |
| 3          | 4            | 10,27 |
| 4          | 5            | 12,71 |
| 5          | 6            | 22,9  |

|   |    |       |
|---|----|-------|
| 6 | 7  | 19,27 |
| 7 | 8  | 41,34 |
| 8 | 9  | 63    |
| 9 | CM | 49,1  |

### 3.1.3.2 Pendiente

Para las pendientes el manual de Interagua sugiere que la pendiente debe ser mínimo del 1% para tuberías con diámetro nominal menor a 200mm y para tuberías con diámetro nominal entre 200 a 400 mm, la pendiente mínima debe ser del 2%. Sin embargo, se adoptará una pendiente que asegure la velocidad mínima de 0.6 m/s.

### 3.1.3.3 Diámetro de tubería

El diámetro a tubo lleno ( $D_0$ ) se calcula mediante la ecuación de Manning y se despeja el diámetro a tubo lleno la cual depende del número de Manning ( $n$ ), caudal de diseño ( $Q_{diseño}$ ) y la pendiente del cauce ( $s$ ) y viene dada por la ecuación:

$$D_0 = \left( \frac{n * Q_{diseño}}{\sqrt{s}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Para el tramo 2-3:

$$D_0 = \left( \frac{0.01 * 6.04}{\sqrt{1}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D_0 = 0.096m$$

En Ecuador existen varios proveedores que se encargan de la distribución de tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE). Los diámetros comerciales varían entre 20mm hasta 1600mm como se ilustra a continuación.

Dimensiones de tubería HDPE 100, Norma ISO 4427. Fuente: IWIA

**Tabla 9**

*Dimensiones de tubería HDPE100, Norma ISO4427. Fuente: IWIA*

| DN   | 2DN<br>(equiv) | 3) Relación estándar de dimensión (SDR) |                   |              |                   |                |                   |              |                   |             |                   |                 |                   |             |                   |             |                   |                |                   |
|------|----------------|-----------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|----------------|-------------------|
|      |                | SDR 41 (S20)                            |                   | SDR 33 (S16) |                   | SDR 26 (S12,5) |                   | SDR 21 (S10) |                   | SDR 17 (S8) |                   | SDR 13,6 (S6,3) |                   | SDR 11 (S5) |                   | SDR 9 (S4)  |                   | SDR 7,4 (S3,2) |                   |
|      |                | 1) Presión Nominal (PN)                 |                   |              |                   |                |                   |              |                   |             |                   |                 |                   |             |                   |             |                   |                |                   |
|      |                | PN4                                     |                   | PN5          |                   | PN6            |                   | PN8          |                   | PN10        |                   | PN12,5          |                   | PN16        |                   | PN20        |                   | PN25           |                   |
| mm   | pulg           | e min<br>mm                             | Peso Prom<br>kg/m | e min<br>mm  | Peso Prom<br>kg/m | e min<br>mm    | Peso Prom<br>kg/m | e min<br>mm  | Peso Prom<br>kg/m | e min<br>mm | Peso Prom<br>kg/m | e min<br>mm     | Peso Prom<br>kg/m | e min<br>mm | Peso Prom<br>kg/m | e min<br>mm | Peso Prom<br>kg/m | e min<br>mm    | Peso Prom<br>kg/m |
| 16   | -              | -                                       | -                 | -            | -                 | -              | -                 | -            | -                 | -           | -                 | -               | -                 | -           | -                 | 2,0         | 0,09              | 2,3            | 0,10              |
| 20   | 1/2            | -                                       | -                 | -            | -                 | -              | -                 | -            | -                 | -           | -                 | -               | -                 | 2,0         | 0,12              | 2,3         | 0,13              | 3,0            | 0,16              |
| 25   | 3/4            | -                                       | -                 | -            | -                 | -              | -                 | -            | -                 | -           | -                 | 2,0             | 0,15              | 2,3         | 0,17              | 3,0         | 0,21              | 3,5            | 0,24              |
| 32   | 1              | -                                       | -                 | -            | -                 | -              | -                 | -            | -                 | 2,0         | 0,19              | 2,4             | 0,23              | 3,0         | 0,28              | 3,6         | 0,33              | 4,4            | 0,39              |
| 40   | 1 1/4          | -                                       | -                 | -            | -                 | -              | -                 | 2,0          | 0,25              | 2,4         | 0,29              | 3,0             | 0,36              | 3,7         | 0,43              | 4,5         | 0,51              | 5,5            | 0,61              |
| 50   | 1 1/2          | -                                       | -                 | -            | -                 | 2,0            | 0,31              | 2,4          | 0,37              | 3,0         | 0,45              | 3,7             | 0,55              | 4,6         | 0,67              | 5,6         | 0,79              | 6,9            | 0,94              |
| 63   | 2              | -                                       | -                 | -            | -                 | 2,5            | 0,49              | 3,0          | 0,58              | 3,8         | 0,72              | 4,7             | 0,88              | 5,8         | 1,06              | 7,1         | 1,27              | 8,6            | 1,48              |
| 75   | 2 1/2          | -                                       | -                 | -            | -                 | 2,9            | 0,67              | 3,6          | 0,83              | 4,5         | 1,02              | 5,6             | 1,24              | 6,8         | 1,48              | 8,4         | 1,78              | 10,3           | 2,12              |
| 90   | 3              | -                                       | -                 | -            | -                 | 3,5            | 0,98              | 4,3          | 1,19              | 5,4         | 1,47              | 6,7             | 1,78              | 8,2         | 2,14              | 10,1        | 2,57              | 12,3           | 3,03              |
| 110  | 4              | -                                       | -                 | -            | -                 | 4,2            | 1,44              | 5,3          | 1,78              | 6,6         | 2,18              | 8,1             | 2,64              | 10,0        | 3,18              | 12,3        | 3,82              | 15,1           | 4,54              |
| 125  | 5              | -                                       | -                 | -            | -                 | 4,8            | 1,85              | 6,0          | 2,28              | 7,4         | 2,78              | 9,2             | 3,40              | 11,4        | 4,12              | 14,0        | 4,94              | 17,1           | 5,84              |
| 140  | 5 1/2          | -                                       | -                 | -            | -                 | 5,4            | 2,34              | 6,7          | 2,86              | 8,3         | 3,49              | 10,3            | 4,26              | 12,7        | 5,13              | 15,7        | 6,18              | 19,2           | 7,34              |
| 160  | 6              | -                                       | -                 | -            | -                 | 6,2            | 3,06              | 7,7          | 3,74              | 9,5         | 4,56              | 11,8            | 5,56              | 14,6        | 6,74              | 17,9        | 8,05              | 21,9           | 9,56              |
| 180  | 7              | -                                       | -                 | -            | -                 | 6,9            | 3,81              | 8,6          | 4,71              | 10,7        | 5,77              | 13,3            | 7,06              | 16,4        | 8,52              | 20,1        | 10,19             | 24,6           | 12,08             |
| 200  | 8              | -                                       | -                 | -            | -                 | 7,7            | 4,73              | 9,6          | 5,83              | 11,9        | 7,12              | 14,7            | 8,65              | 18,2        | 10,50             | 22,4        | 12,60             | 27,4           | 14,94             |
| 225  | 9              | -                                       | -                 | -            | -                 | 8,6            | 5,94              | 10,8         | 7,37              | 13,4        | 9,03              | 16,6            | 10,99             | 20,5        | 13,30             | 25,2        | 15,95             | 30,8           | 18,89             |
| 250  | 10             | -                                       | -                 | -            | -                 | 9,6            | 7,37              | 11,9         | 9,02              | 14,8        | 11,06             | 18,4            | 13,54             | 22,7        | 16,35             | 27,9        | 19,60             | 34,2           | 23,32             |
| 280  | 11             | -                                       | -                 | -            | -                 | 10,7           | 9,19              | 13,4         | 11,38             | 16,6        | 13,90             | 20,6            | 16,96             | 25,4        | 20,50             | 31,3        | 24,64             | 38,3           | 29,24             |
| 315  | 12             | 7,7                                     | 7,57              | 9,7          | 9,45              | 12,1           | 11,70             | 15,0         | 14,30             | 18,7        | 17,60             | 23,2            | 21,50             | 28,6        | 25,95             | 35,2        | 31,16             | 43,1           | 37,01             |
| 355  | 14             | 8,7                                     | 9,63              | 10,9         | 11,95             | 13,6           | 14,79             | 16,9         | 18,16             | 21,1        | 22,40             | 26,1            | 27,25             | 32,2        | 32,94             | 39,7        | 39,58             | 48,5           | 46,93             |
| 400  | 16             | 9,8                                     | 12,20             | 12,3         | 15,22             | 15,3           | 18,75             | 19,1         | 23,16             | 23,7        | 28,31             | 29,4            | 34,56             | 36,3        | 41,82             | 44,7        | 50,21             | 54,7           | 59,60             |
| 450  | 18             | 11,0                                    | 15,38             | 13,8         | 19,17             | 17,2           | 23,71             | 21,5         | 29,28             | 26,7        | 35,87             | 33,1            | 43,78             | 40,9        | 52,96             | 50,3        | 63,57             | 61,5           | 75,40             |
| 500  | 20             | 12,3                                    | 19,15             | 15,3         | 23,64             | 19,1           | 29,25             | 23,9         | 36,13             | 29,7        | 44,32             | 36,8            | 54,02             | 45,4        | 65,34             | 55,8        | 78,33             | -              | -                 |
| 560  | 22             | 13,7                                    | 23,85             | 17,2         | 29,75             | 21,4           | 36,67             | 26,7         | 45,22             | 33,2        | 55,52             | 41,2            | 67,77             | 50,8        | 81,86             | 62,5        | 98,28             | -              | -                 |
| 630  | 24             | 15,4                                    | 30,17             | 19,3         | 37,53             | 24,1           | 46,46             | 30,0         | 57,12             | 37,4        | 70,32             | 46,3            | 85,66             | 57,2        | 103,97            | 70,3        | 124,37            | -              | -                 |
| 710  | 28             | 17,4                                    | 38,45             | 21,8         | 47,78             | 27,2           | 59,15             | 33,9         | 72,85             | 42,1        | 89,37             | 52,2            | 109,00            | 64,5        | 131,97            | 79,3        | 158,33            | -              | -                 |
| 800  | 32             | 19,6                                    | 48,76             | 24,5         | 60,52             | 30,6           | 74,91             | 38,1         | 92,34             | 47,4        | 113,32            | 58,8            | 138,26            | 72,6        | 167,36            | 89,3        | 200,89            | -              | -                 |
| 900  | 36             | 22,0                                    | 61,50             | 27,6         | 76,66             | 34,4           | 95,13             | 42,9         | 116,83            | 53,3        | 143,35            | 66,2            | 175,16            | 81,7        | 211,85            | -           | -                 | -              | -                 |
| 1000 | 40             | 24,5                                    | 76,15             | 30,6         | 94,00             | 38,2           | 116,91            | 47,7         | 144,34            | 59,3        | 177,16            | 72,5            | 213,34            | 90,2        | 260,09            | -           | -                 | -              | -                 |
| 1200 | 48             | 29,4                                    | 109,63            | 36,7         | 135,83            | 45,9           | 168,39            | 57,2         | 207,76            | 67,9        | 244,03            | 88,2            | 311,08            | -           | -                 | -           | -                 | -              | -                 |
| 1400 | 54             | 34,3                                    | 149,18            | 42,9         | 185,15            | 53,5           | 229,03            | 66,7         | 282,49            | 82,4        | 344,68            | 102,9           | 423,24            | -           | -                 | -           | -                 | -              | -                 |
| 1600 | 64             | 39,2                                    | 194,82            | 49,0         | 241,63            | 61,2           | 299,43            | 76,2         | 368,91            | 94,1        | 449,89            | 117,6           | 552,83            | -           | -                 | -           | -                 | -              | -                 |
| 1800 | 70             | 43,8                                    | 244,72            | 54,5         | 302,56            | 69,1           | 380,25            | 85,7         | 466,60            | 105,9       | 569,33            | -               | -                 | -           | -                 | -           | -                 | -              | -                 |
| 2000 | 78             | 48,3                                    | 301,45            | 60,6         | 373,72            | 76,9           | 469,88            | 95,2         | 576,01            | 117,6       | 702,55            | -               | -                 | -           | -                 | -           | -                 | -              | -                 |

1) La presión nominal PN corresponde a la máxima presión de operación admisible pPMS, en bar, a 20° C.

2) Valores en pulgadas utilizados como referencia con la norma ASTM/ANSI B 36.10

3) La relación SDR corresponde al cociente entre el diámetro externo y el espesor de la tubería.

*Nota:* La tabla se basa en la Norma ISO 4427-2007.

Se escoge el diámetro que mejor se adapte al diseño, sin embargo, se recomienda que los diámetros no sean menores a 160mm. Para el tramo 2-3 se adopta un diámetro igual a 200mm.

### 3.1.3.4 Caudal a tubo lleno

Para determinar el caudal a tubo lleno se utiliza la ecuación de Manning y utilizando el diámetro comercial escogida en metros.

$$Q_0 = 0.312 * \frac{D_c^{\frac{3}{8}} * s^{\frac{1}{2}}}{n}$$



Para el tramo 2-3:

$$Q_0 = 0.312 * \frac{0.2^{\frac{3}{8}} * 1^{\frac{1}{2}}}{0.01}$$

$$Q_0 = 42.68 \text{ L/s}$$

### 3.1.3.5 Velocidad a tubo lleno

Para determinar la velocidad a tubo lleno (V0) se necesitan los valores obtenidos del valor del caudal a tubo lleno y el área de la sección transversal de la tubería, y luego se determina la velocidad con la ecuación:

$$V_0 = \frac{Q_0}{A_{tub}}$$

Para el tramo 2-3:

$$V_0 = \frac{42.68}{\frac{1000}{\pi \frac{0.2^2}{4}}}$$

$$V_0 = 1.36 \text{ m/s}$$

**Tabla 10**

*Diseño a tubo lleno de alcantarillado sanitario*

| Colectores |          |           |       |     | Diámetro |        | Dc     | V0   |       |
|------------|----------|-----------|-------|-----|----------|--------|--------|------|-------|
| Tramos     | Longitud | Q dis(m3) | S     | (m) | in       | nom in | int(m) | m/s  |       |
| 1          | 2        | 6,29      | 2,26  | 1,5 | 0,062    | 2,43   | 6      | 0,16 | 1,434 |
| 2          | 3        | 23,18     | 6,04  | 1   | 0,096    | 3,78   | 8      | 0,20 | 1,359 |
| 3          | 4        | 10,27     | 7,55  | 1   | 0,104    | 4,11   | 8      | 0,20 | 1,359 |
| 4          | 5        | 12,71     | 8,68  | 1   | 0,110    | 4,33   | 8      | 0,20 | 1,359 |
| 5          | 6        | 22,9      | 9,82  | 1   | 0,115    | 4,54   | 8      | 0,20 | 1,359 |
| 6          | 7        | 12,50     | 12,84 | 1   | 0,127    | 5,02   | 8      | 0,20 | 1,359 |
| 7          | 8        | 40,20     | 17,36 | 1   | 0,143    | 5,62   | 8      | 0,20 | 1,359 |
| 8          | 9        | 65,07     | 18,12 | 1   | 0,145    | 5,71   | 8      | 0,20 | 1,359 |
| 9          | CM       | 49,1      | 18,12 | 1   | 0,145    | 5,71   | 8      | 0,20 | 1,359 |

### 3.1.3.6 Relación $Q/Q_0$

Se obtiene la relación entre caudal de diseño  $Q$  y el caudal a tubo lleno  $Q_0$  para guiarnos con la tabla de relaciones hidráulicas para conductos circulares y lograr obtener las relaciones hidráulicas  $V/V_0$ ,  $d/D$ ,  $R/R_0$ ,  $H/D$ . Estas relaciones hidráulicas son necesarias para el cálculo de la velocidad real, fuerza tractiva y determinar que estos parámetros hidráulicos se encuentren dentro de los límites que permite la normativa. La tabla 11 muestra las relaciones de manera resumida y específica con los datos requeridos.

**Tabla 11**

*Relaciones hidráulicas para tubo lleno. Fuente: López, 2004*

| $Q/Q_0$ | $V/V_0$ | $D/D_0$ | $R/R_0$ | $H/D$ |
|---------|---------|---------|---------|-------|
| 0,01    | 0,292   | 0,092   | 0,239   | 0,041 |
| 0,02    | 0,362   | 0,124   | 0,315   | 0,067 |
| 0,03    | 0,4     | 0,148   | 0,37    | 0,086 |
| 0,04    | 0,427   | 0,165   | 0,41    | 0,102 |
| 0,05    | 0,453   | 0,182   | 0,449   | 0,116 |
| 0,06    | 0,473   | 0,196   | 0,481   | 0,128 |
| 0,07    | 0,492   | 0,21    | 0,51    | 0,14  |
| 0,08    | 0,505   | 0,22    | 0,53    | 0,151 |
| 0,09    | 0,52    | 0,232   | 0,554   | 0,161 |
| 0,1     | 0,54    | 0,248   | 0,586   | 0,17  |
| 0,11    | 0,553   | 0,258   | 0,606   | 0,179 |
| 0,12    | 0,57    | 0,27    | 0,63    | 0,188 |
| 0,13    | 0,58    | 0,28    | 0,65    | 0,197 |
| 0,14    | 0,59    | 0,289   | 0,668   | 0,205 |
| 0,15    | 0,6     | 0,298   | 0,686   | 0,213 |
| 0,16    | 0,613   | 0,308   | 0,704   | 0,221 |
| 0,17    | 0,624   | 0,315   | 0,716   | 0,229 |
| 0,18    | 0,634   | 0,323   | 0,729   | 0,236 |
| 0,19    | 0,645   | 0,334   | 0,748   | 0,244 |
| 0,2     | 0,656   | 0,346   | 0,768   | 0,251 |
| 0,21    | 0,664   | 0,353   | 0,78    | 0,258 |
| 0,22    | 0,672   | 0,362   | 0,795   | 0,266 |
| 0,23    | 0,68    | 0,37    | 0,809   | 0,273 |
| 0,24    | 0,687   | 0,379   | 0,824   | 0,28  |
| 0,25    | 0,695   | 0,386   | 0,836   | 0,287 |
| 0,26    | 0,7     | 0,393   | 0,845   | 0,294 |
| 0,27    | 0,706   | 0,4     | 0,86    | 0,3   |
| 0,28    | 0,713   | 0,409   | 0,874   | 0,307 |
| 0,29    | 0,72    | 0,417   | 0,886   | 0,314 |

|             |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>0,3</b>  | 0,729 | 0,424 | 0,896 | 0,321 |
| <b>0,31</b> | 0,732 | 0,431 | 0,907 | 0,328 |
| <b>0,32</b> | 0,74  | 0,439 | 0,919 | 0,334 |
| <b>0,33</b> | 0,75  | 0,447 | 0,931 | 0,341 |
| <b>0,34</b> | 0,755 | 0,452 | 0,938 | 0,348 |
| <b>0,35</b> | 0,76  | 0,46  | 0,95  | 0,354 |
| <b>0,36</b> | 0,768 | 0,468 | 0,962 | 0,361 |
| <b>0,37</b> | 0,776 | 0,476 | 0,974 | 0,368 |
| <b>0,38</b> | 0,781 | 0,482 | 0,983 | 0,374 |
| <b>0,39</b> | 0,787 | 0,488 | 0,992 | 0,381 |
| <b>0,4</b>  | 0,796 | 0,498 | 1,007 | 0,388 |
| <b>0,41</b> | 0,802 | 0,504 | 1,014 | 0,395 |
| <b>0,42</b> | 0,806 | 0,51  | 1,021 | 0,402 |
| <b>0,43</b> | 0,81  | 0,516 | 1,028 | 0,408 |
| <b>0,44</b> | 0,816 | 0,523 | 1,035 | 0,415 |
| <b>0,45</b> | 0,822 | 0,53  | 1,043 | 0,422 |
| <b>0,46</b> | 0,83  | 0,536 | 1,05  | 0,429 |
| <b>0,47</b> | 0,834 | 0,542 | 1,056 | 0,436 |
| <b>0,48</b> | 0,84  | 0,55  | 1,065 | 0,443 |
| <b>0,49</b> | 0,845 | 0,557 | 1,073 | 0,45  |
| <b>0,5</b>  | 0,85  | 0,563 | 1,079 | 0,458 |
| <b>0,51</b> | 0,855 | 0,57  | 1,087 | 0,465 |
| <b>0,52</b> | 0,86  | 0,576 | 1,094 | 0,472 |
| <b>0,53</b> | 0,865 | 0,582 | 1,1   | 0,479 |
| <b>0,54</b> | 0,87  | 0,588 | 1,107 | 0,487 |
| <b>0,55</b> | 0,875 | 0,594 | 1,113 | 0,494 |
| <b>0,56</b> | 0,88  | 0,601 | 1,121 | 0,502 |
| <b>0,57</b> | 0,885 | 0,608 | 1,125 | 0,51  |
| <b>0,58</b> | 0,89  | 0,615 | 1,129 | 0,518 |
| <b>0,59</b> | 0,895 | 0,62  | 1,132 | 0,526 |
| <b>0,6</b>  | 0,9   | 0,626 | 1,136 | 0,534 |
| <b>0,61</b> | 0,903 | 0,632 | 1,139 | 0,542 |
| <b>0,62</b> | 0,908 | 0,639 | 1,143 | 0,55  |
| <b>0,63</b> | 0,913 | 0,645 | 1,147 | 0,559 |
| <b>0,64</b> | 0,918 | 0,651 | 1,151 | 0,568 |
| <b>0,65</b> | 0,922 | 0,658 | 0,155 | 0,576 |
| <b>0,66</b> | 0,927 | 0,666 | 1,16  | 0,585 |
| <b>0,67</b> | 0,931 | 0,672 | 1,163 | 0,595 |
| <b>0,68</b> | 0,936 | 0,678 | 1,167 | 0,604 |
| <b>0,69</b> | 0,941 | 0,686 | 1,172 | 0,614 |
| <b>0,7</b>  | 0,945 | 0,692 | 1,175 | 0,623 |
| <b>0,71</b> | 0,951 | 0,699 | 1,179 | 0,633 |
| <b>0,72</b> | 0,955 | 0,705 | 1,182 | 0,644 |
| <b>0,73</b> | 0,958 | 0,71  | 1,184 | 0,654 |
| <b>0,74</b> | 0,961 | 0,719 | 1,188 | 0,665 |
| <b>0,75</b> | 0,965 | 0,724 | 1,19  | 0,677 |
| <b>0,76</b> | 0,969 | 0,732 | 1,193 | 0,688 |
| <b>0,77</b> | 0,972 | 0,738 | 1,195 | 0,7   |

|             |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>0,78</b> | 0,975 | 0,743 | 1,197 | 0,713 |
| <b>0,79</b> | 0,98  | 0,75  | 1,2   | 0,725 |
| <b>0,8</b>  | 0,984 | 0,756 | 1,202 | 0,739 |
| <b>0,81</b> | 0,987 | 0,763 | 1,205 | 0,753 |
| <b>0,82</b> | 0,99  | 0,77  | 1,208 | 0,767 |
| <b>0,83</b> | 0,993 | 0,778 | 1,211 | 0,783 |
| <b>0,84</b> | 0,997 | 0,785 | 1,214 | 0,798 |
| <b>0,85</b> | 1,001 | 0,791 | 1,216 | 0,815 |
| <b>0,86</b> | 1,005 | 0,798 | 1,219 | 0,833 |
| <b>0,87</b> | 1,007 | 0,804 | 1,219 | 0,852 |
| <b>0,88</b> | 1,011 | 0,813 | 1,215 | 0,871 |
| <b>0,89</b> | 1,015 | 0,82  | 1,214 | 0,892 |
| <b>0,9</b>  | 1,018 | 0,826 | 1,212 | 0,915 |
| <b>0,91</b> | 1,021 | 0,835 | 1,21  | 0,94  |
| <b>0,92</b> | 1,024 | 0,843 | 1,207 | 0,966 |
| <b>0,93</b> | 1,027 | 0,852 | 1,204 | 0,995 |
| <b>0,94</b> | 1,03  | 0,86  | 1,202 | 1,027 |
| <b>0,95</b> | 1,033 | 0,868 | 1,2   | 1,063 |
| <b>0,96</b> | 1,036 | 0,876 | 1,197 | 1,103 |
| <b>0,97</b> | 1,038 | 0,884 | 1,195 | 1,149 |
| <b>0,98</b> | 1,039 | 0,892 | 1,192 | 1,202 |
| <b>0,99</b> | 1,04  | 0,9   | 1,19  | 1,265 |
| <b>1</b>    | 1,041 | 0,914 | 1,172 | 1,344 |
| <b>1,01</b> | 1,042 | 0,92  | 1,164 | 1,445 |
| <b>1,02</b> | 1,042 | 0,931 | 1,15  | 1,584 |

Para el tramo 2-3:

$$\frac{Q}{Q_0} = 0.14$$

**Tabla 12**

*Relaciones hidráulicas asociadas al alcantarillado sanitario*

| Colectores |   | Q/Q0                   | V/V0  | d/D | R/R0  | H/D   |
|------------|---|------------------------|-------|-----|-------|-------|
| Tramos     |   | Tomados de la tabla 10 |       |     |       |       |
| 1          | 2 | <b>0,08</b>            | 0,505 | 22% | 0,53  | 0,151 |
| 2          | 3 | <b>0,14</b>            | 0,59  | 29% | 0,668 | 0,205 |
| 3          | 4 | <b>0,18</b>            | 0,634 | 32% | 0,729 | 0,236 |
| 4          | 5 | <b>0,20</b>            | 0,656 | 35% | 0,768 | 0,251 |
| 5          | 6 | <b>0,23</b>            | 0,68  | 37% | 0,809 | 0,273 |
| 6          | 7 | <b>0,30</b>            | 0,729 | 42% | 0,896 | 0,321 |
| 7          | 8 | <b>0,41</b>            | 0,802 | 50% | 1,014 | 0,395 |

|   |    |             |       |     |       |       |
|---|----|-------------|-------|-----|-------|-------|
| 8 | 9  | <b>0,42</b> | 0,806 | 51% | 1,021 | 0,402 |
| 9 | CM | <b>0,42</b> | 0,806 | 51% | 1,021 | 0,402 |

### 3.1.3.7 Velocidad real

Haciendo uso de la tabla de relaciones hidráulicas en la sección 3.1.3.6 se selecciona la relación  $V/V_0$  que se relaciona con la relación de caudales para determinar la velocidad real que transita por el conducto.

Tramo 2-3:

|      |      |
|------|------|
| Q/Q0 | 0.14 |
| V/V0 | 0.59 |

$$V_{real} = \frac{V}{V_0} * V_0$$

$$V_{real} = 0.59 * 1.36 \text{ m/s}$$

$$V_{real} = 0.802$$

Luego de realizar el cálculo, se asegura que el valor obtenido no sea menor a 0.6 m/s como lo indica la norma.

### 3.1.3.8 Radio hidráulico real

De igual manera que en el cálculo de la velocidad real, se utiliza la tabla de relaciones hidráulicas.

$$Rh_{real} = \frac{R}{R_0} * \frac{D_c}{4}$$

Tramo 2-3:

|      |       |
|------|-------|
| Q/Q0 | 0.14  |
| R/R0 | 0.668 |

$$Rh_{real} = 0.668 * \frac{0.2}{4}$$

$$Rh_{real} = 0.033m$$

### 3.1.3.9 Fuerza tractiva

La fuerza tractiva no debe ser menor a  $\tau = 1.2 \text{ Kg/m}^2$  para asegurar el arrastre de los sólidos. Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\tau = \gamma * Rh * s$$

Donde  $\gamma$  es el peso específico del agua en  $\text{kg/m}^3$ . El cálculo de la fuerza tractiva para el tramo 2-3 queda de la siguiente manera:

$$\tau = 9810 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.033m * 0.01$$

$$\tau = 3.3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

Donde se verifica que es mayor a  $1.2 \text{ Kg/m}^2$ .

### 3.1.3.10 Tirante real de agua (d)

Se determina el tirante real por medio de la tabla de relaciones hidráulicas mediante el valor de  $d/D_0$  y el diámetro comercial  $D_c$  como se muestra en la siguiente ecuación.

$$d_{real} = \frac{d}{D_0} * D_c$$

Para el tramo 2-3:

|      |      |
|------|------|
| Q/Q0 | 0.14 |
| d/D0 | 0.29 |

$$d_{real} = 0.29 * 0.2m$$

$$d_{real} = 0.06m$$

### **3.1.3.11 Energía específica**

Se lo determina por medio de la ecuación de la energía que está en función del tirante (d) y la velocidad real (V).

$$E = d + \frac{V^2}{2 * g}$$

Para el tramo 2-3:

$$E = 0.06m + \frac{(0.802 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$E = 0.09 \text{ m}$$

### **3.1.3.12 Profundidad hidráulica H**

Se requiere de los valores de la tabla de relaciones hidráulicas de la sección 3.1.3.6. De aquí se obtiene la altura H del flujo que pasa por las tuberías.

$$H = \frac{H}{D_0} * D_c$$

Para el tramo 2-3:

$$H = 0.205 * 0.2m$$

$$H = 0.04 \text{ m}$$

### **3.1.3.13 Número de Froude**

El número de Froude (NF) determina si el flujo es subcrítico o supercrítico y es indispensable para poder obtener las pérdidas del flujo. Para  $NF > 1$  entonces el flujo es supercrítico, si  $NF < 1$  el flujo es subcrítico.

$$NF = \frac{V}{\sqrt{g * H}}$$

Donde;

V: Velocidad real del flujo

L= Profundidad hidráulica

Para el tramo 2-3:

$$NF = \frac{0.802}{\sqrt{9.81 * 0.04}}$$

$$NF = \frac{0.802}{\sqrt{9.81 * 0.04}}$$

$$NF = 1.26 \text{ (supercrítico)}$$

**Tabla 13**

*Cálculo de parámetros reales en las tuberías de alcantarillado sanitario*

| <b>Colectores</b> |    | <b>V</b>     | <b>V<sup>2</sup>/2g</b> | <b>R</b> | <b>t</b>               | <b>d</b> | <b>E</b> | <b>H</b> | <b>NF</b> |
|-------------------|----|--------------|-------------------------|----------|------------------------|----------|----------|----------|-----------|
| <b>Tramos</b>     |    | <b>m/s</b>   | <b>m</b>                | <b>m</b> | <b>N/m<sup>2</sup></b> | <b>m</b> | <b>m</b> | <b>m</b> |           |
| 1                 | 2  | <b>0,724</b> | 0,0267                  | 0,021    | <b>3,1</b>             | 0,04     | 0,06     | 0,02     | 1,49      |
| 2                 | 3  | <b>0,802</b> | 0,0327                  | 0,033    | <b>3,3</b>             | 0,06     | 0,09     | 0,04     | 1,26      |
| 3                 | 4  | <b>0,861</b> | 0,0378                  | 0,036    | <b>3,6</b>             | 0,06     | 0,10     | 0,05     | 1,27      |
| 4                 | 5  | <b>0,891</b> | 0,0405                  | 0,038    | <b>3,8</b>             | 0,07     | 0,11     | 0,05     | 1,27      |
| 5                 | 6  | <b>0,924</b> | 0,0435                  | 0,040    | <b>4,0</b>             | 0,07     | 0,12     | 0,05     | 1,26      |
| 6                 | 7  | <b>0,990</b> | 0,0500                  | 0,045    | <b>4,4</b>             | 0,08     | 0,13     | 0,06     | 1,25      |
| 7                 | 8  | <b>1,090</b> | 0,0605                  | 0,051    | <b>5,0</b>             | 0,10     | 0,16     | 0,08     | 1,24      |
| 8                 | 9  | <b>1,095</b> | 0,0611                  | 0,051    | <b>5,0</b>             | 0,10     | 0,16     | 0,08     | 1,23      |
| 9                 | CM | <b>1,095</b> | 0,0611                  | 0,051    | <b>5,0</b>             | 0,10     | 0,16     | 0,08     | 1,23      |

*Nota.* En la tabla se destaca que los valores de velocidad y fuerza tractiva t, cumplen con

los requerimientos establecidos en la normativa INEN y las recomendaciones del manual de

Interagua.

### **3.1.3.14 Pérdidas de carga**

#### **3.1.3.14.1 Pérdidas por transición**

Para calcular las pérdidas por transición, se utiliza la siguiente ecuación:

$$h_{tran} = K * \left| \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right|$$



Donde:

$K=0.1$  Si  $V_2 > V_1$  (régimen acelerado)

$K=0.2$  Si  $V_1 > V_2$  (régimen retardado)

$V_2$  es la velocidad del flujo de salida del colector

$V_1$  es la velocidad del flujo de entrada del colector

Para el tramo 2-3:

$V_2 > V_1$ , por lo tanto,  $K=0.1$

$$h_{tran} = 0.1 * |0.0378 - 0.0327|$$

$$h_{tran} = 0.1 \text{ m}$$

#### 3.1.3.14.2 Pérdidas por curvatura

Se consideran las pérdidas por curvatura cuando existe un cambio de trayectoria. Se considera también el tipo de flujo el cual puede ser subcrítico o supercrítico según el número de Froude calculado en la sección 3.1.3.13. las pérdidas dependen también de la relación Radio de curvatura ( $R_c$ ) y Diámetro de la tubería.

El radio de curvatura se obtuvo mediante la acotación del radio en cada pozo en el archivo CAD del proyecto.

Una vez obtenido los parámetros necesarios, se procede a calcular las pérdidas menores mediante la siguiente ecuación:

$$h_{curv} = H_d * \frac{\left(\frac{V_2^2}{2g} + \frac{V_1^2}{2g}\right)}{2}$$

El factor  $H_d$  depende del régimen de flujo y de la relación  $R_c/D$  como se muestra en la figura.

**Tabla 14**

*Factor Hd según régimen de flujo y relación Rc/Ds. Fuente: López, 2004*

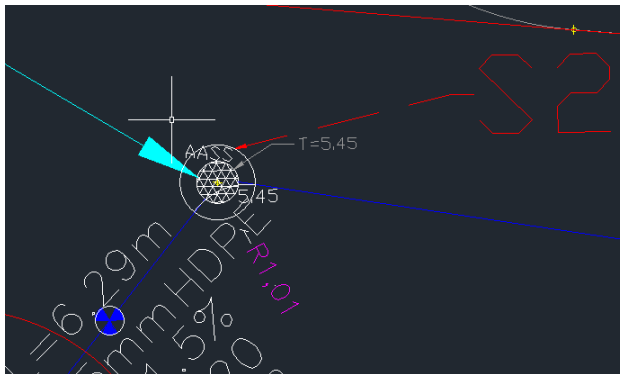
| Régimen de flujo | rc/Ds      | Hd   |
|------------------|------------|------|
| Subcrítico       | 1.0 - 1.5  | 0.4  |
|                  | 1.5 - 3.0  | 0.2  |
|                  | > 3.0      | 0.05 |
| Supercrítico     | 6.0 - 8.0  | 0.4  |
|                  | 8.0 - 10.0 | 0.2  |
|                  | > 10.0     | 0.05 |

Para el tramo 2-3:

El Radio de curvatura obtenido es 1.01

**Tabla 15**

*Radio de Curvatura de Pozo sanitario # 2*



$$\frac{Rc}{D} = \frac{1.01}{0.2} = 5.05$$

El número de Froude es mayor que 1 por lo que se encuentra en el régimen supercrítico por lo que se selecciona el valor de Hd=0.4.

Estos valores se reemplazan en la ecuación y se obtiene:

$$h_{curv} = 0.4 * \frac{0.0378 + 0.0327}{2}$$

$$h_{curv} = 0.014 \text{ m}$$

#### 3.1.3.14.3 Pérdidas totales (hr)

Las pérdidas totales es la suma de las dos pérdidas calculadas en la sección 3.1.3.14.1 y

3.1.3.1.2. Para el tramo 2-3 las perdidas serían las siguientes:

$$hr = h_{tran} + h_{curv}$$

$$hr = 0.001 + 0.014$$

$$hr = 0.015 \text{ m}$$

#### 3.1.3.15 Cotas y Profundidad a lomo

Se define la cota del terreno por medio del levantamiento de datos topográficos realizado en sitio, a partir de estos datos se proceden con los siguientes cálculos de cotas. Para los tramos iniciales se considera una profundidad de 1 m, mínima recomendada por Interagua.

Se considera el para el tramo o pozo de partida como (1) y al pozo de llegada como (2).

##### 3.1.3.15.1 Cota de Lomo

Para tramos iniciales la cota de lomo obtiene la siguiente ecuación:

$$Cota \text{ lomo1} = Cota \text{ rasante} - Profundidad \text{ lomo}$$

Para tramos continuos:

$$Cota \text{ lomo1} = Cota \text{ Invert} + D_{\text{interno tubería}} + espesor$$

Para la llegada al Pozo:

$$Cota \text{ lomo2} = Cota \text{ lomo1} - Longitud \text{ de tubería} * pendiente$$

##### 3.1.3.15.2 Cota de Batea o Invert

Para tramos iniciales(salida):

$$Cota \text{ Invert1} = Cota \text{ lomo} - D_{\text{interno tubería}} - espesor$$

Para tramos continuos(salida):

$$Cota \text{ Invert1} = Cota \text{ Invert}(\text{tramo anterior de salida}) - hr(\text{tramo anterior})$$

Para llegada al Pozo:

$$Cota\ Invert2 = Cota\ Invert1 - Longitud * pendiente$$

#### 3.1.3.15.3 Cota de lámina de agua

$$Cota\ lámina1 = Cota\ Invert1 + Prof.hidráulica\ (d)$$

$$Cota\ lámina2 = Cota\ lámina1 - Longitud * pendiente$$

#### 3.1.3.15.4 Cota de Energía

$$Cota\ Energía1 = Cota\ lámina1 + \frac{V^2}{2g}$$

$$Cota\ Energía2 = Cota\ Energía1 - hr$$

#### 3.1.3.15.5 Profundidad a lomo

$$Prof.lomo = Cota\ Rasante - Cota\ lomo$$

Para el tramo 2-3 los valores quedarían de la siguiente manera:

| <b>Cota Rasante</b> |     | <b>Cota Lomo</b> |      | <b>Cota Invert</b> |      | <b>Cota Lámina</b> |      | <b>Cota Energía</b> |      | <b>Profundidad a Lomo</b> |      |
|---------------------|-----|------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|---------------------|------|---------------------------|------|
| De                  | A   | De               | A    | De                 | A    | De                 | A    | De                  | A    | De                        | A    |
| 5,45                | 5,2 | 4,30             | 4,07 | 4,10               | 3,87 | 4,16               | 3,93 | 4,19                | 4,18 | 1,14                      | 1,13 |

#### 3.1.3.15.6 Profundidad de excavación

$$Prof.exc = Prof.lomo + Dext + 0.1m$$

$$Prof.exc1 = 1.14 + 0.2 + 0.1m$$

$$Prof.exc1 = 1.44m$$

$$Prof.exc2 = 1.13 + 0.2 + 0.1m$$

$$Prof.exc2 = 1.43m$$

**Tabla 16**

*Cotas en colectores de alcantarillado sanitario*

| Colector<br>es | Tramos | Cota<br>Rasante |      | Cota<br>Lomo |      | Cota<br>Batea |      | Cota<br>Lámina |      | Cota<br>Energía |      | Profund<br>idad a<br>Lomo |      | Profund<br>idad de<br>excavaci<br>ón |      |      |
|----------------|--------|-----------------|------|--------------|------|---------------|------|----------------|------|-----------------|------|---------------------------|------|--------------------------------------|------|------|
|                |        | De              | A    | De           | A    | De            | A    | De             | A    | De              | A    | De                        | A    | De                                   | A    |      |
|                | 1      | 2               | 5,36 | 5,45         | 4,36 | 4,266         | 4,20 | 4,106          | 4,24 | 4,141           | 4,26 | 4,14                      | 1,00 | 1,18                                 | 1,26 | 1,44 |
|                | 2      | 3               | 5,45 | 5,2          | 4,31 | 4,073         | 4,11 | 3,873          | 4,16 | 3,931           | 4,20 | 4,18                      | 1,14 | 1,13                                 | 1,44 | 1,43 |
|                | 3      | 4               | 5,2  | 5,03         | 4,06 | 3,956         | 3,86 | 3,756          | 3,92 | 3,821           | 3,96 | 3,96                      | 1,14 | 1,07                                 | 1,44 | 1,37 |
|                | 4      | 5               | 5,03 | 4,98         | 3,96 | 3,829         | 3,76 | 3,629          | 3,82 | 3,698           | 3,87 | 3,87                      | 1,07 | 1,15                                 | 1,37 | 1,45 |
|                | 5      | 6               | 4,98 | 4,93         | 3,83 | 3,599         | 3,63 | 3,399          | 3,70 | 3,473           | 3,75 | 3,75                      | 1,15 | 1,33                                 | 1,45 | 1,63 |
|                | 6      | 7               | 4,93 | 4,91         | 3,60 | 3,406         | 3,40 | 3,206          | 3,48 | 3,291           | 3,53 | 3,53                      | 1,33 | 1,50                                 | 1,63 | 1,80 |
|                | 7      | 8               | 4,91 | 4,94         | 3,40 | 2,991         | 3,20 | 2,791          | 3,31 | 2,892           | 3,37 | 3,34                      | 1,51 | 1,95                                 | 1,81 | 2,25 |
|                | 8      | 9               | 4,94 | 4,73         | 2,97 | 2,337         | 2,77 | 2,137          | 2,87 | 2,239           | 2,93 | 2,91                      | 1,97 | 2,39                                 | 2,27 | 2,69 |
|                | 9      | CM              | 4,73 | 4,9          | 2,31 | 1,822         | 2,11 | 1,622          | 2,21 | 1,724           | 2,28 | 2,26                      | 2,42 | 3,08                                 | 2,72 | 3,38 |

### 3.1.3.16 Volumen de excavación y relleno

Los volúmenes para el cálculo de material se calculan en base a los requerimientos para la protección de la tubería y diseño de pavimento como en el presente caso.

Se realiza el cálculo para el ejemplo del tramo 2-3.

Se define primero el ancho de la zanja que está dada por la ecuación:

$$\text{Ancho} = 0.6 + Dext$$

$$\text{Ancho} = 0.6m + 0.20m$$

$$\text{Ancho} = 0.80 m$$

#### 3.1.3.16.1 Volumen de arena

Este volumen representa la cama de arena de 10 cm sobre la cual descansa la tubería.

$$\text{Vol arena} = 0.1 * \text{Ancho} * \text{Longitud}$$

$$\text{Vol arena} = 0.1 * 0.80 * 23.18$$

$$\text{Vol arena} = 1.85 m^3$$

#### 3.1.3.16.2 Volumen de mejoramiento

$$Vol\ mej = ((0.3 + Dext) * Ancho - \text{ÁreaD}) * Longitud$$

$$Vol\ mej = ((0.3 + 0.2) * 0.80 - \pi * \frac{0.2^2}{4}) * 23.18$$

$$Vol\ mej = 8.54\ m^3$$

#### 3.1.3.16.3 Volumen excavación

$$Vol.\ exc = \frac{Prof.\ exc2 + Prof.\ exc1}{2} * Ancho * Longitud$$

$$Vol.\ exc = \frac{1.43 + 1.44}{2} * 0.76 * 23.18$$

$$Vol.\ exc = 25.28\ m^3$$

#### 3.1.3.16.4 Volumen de Base

Se refiere a la cama de base de 0.2m de espesor que se colocará bajo la capa de rodadura del pavimento rígido dentro del Cuartel.

$$Vol\ base = 0.2 * Ancho * Longitud$$

$$Vol\ base = 0.2 * 0.8 * 23.18$$

$$Vol\ base = 3.71\ m^3$$

#### 3.1.3.16.5 Volumen Capa de hormigón hidráulico

$$Vol\ Horm = 0.2 * Ancho * Longitud$$

$$Vol\ Horm = 0.2 * 0.8 * 23.18$$

$$Vol\ Horm = 3.71\ m^3$$

#### 3.1.3.16.6 Volumen de Material de excavación

Se refiere al material de excavación reutilizado en obra.

$$Vol\ mat.\ exc = \left( \left( \frac{Prof.\ exc2 + Prof.\ exc1}{2} \right) - 0.1 - Dext - 0.3 - 0.2 - 0.2 \right) * Ancho * L$$

$$Vol\ mat.\ exc = \left( \left( \frac{1.43 + 1.44}{2} \right) - 0.1 - 0.2 - 0.3 - 0.2 - 0.2 \right) * 0.80 * 23.18$$

$$Vol\ mat.\ exc = 8.08\ m^3$$

### 3.1.3.16.7 Volumen desalojo

$$Vol\ des = (Volexc - Volmat.\ exc) * Fw$$

$$Vol\ des = (25.28 - 7.66) * 1.05$$

$$Vol\ des = 18.50\ m^3$$

**Tabla 17**

*Volúmenes de materiales para alcantarillado sanitario*

| <b>Colectores</b> |    | <b>Ancho de Zanja(m)</b> | <b>Vol. Arena (m3)</b> | <b>Vol. Mej. (m3)</b> | <b>Vol. Exc. (m3)</b> | <b>Vol. Base (m3)</b> | <b>Vol. Horm. (m3)</b> | <b>Vol. Mat. Mej. (m3)</b> | <b>Vol.Desalojo. (m3)</b> |
|-------------------|----|--------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b>Tramos</b>     |    |                          |                        |                       |                       |                       |                        |                            |                           |
| 1                 | 2  | 0,76                     | 0,48                   | 2,07                  | 6,46                  | 0,96                  | 0,96                   | 1,87                       | 4,82                      |
| 2                 | 3  | 0,80                     | 1,85                   | 8,54                  | 26,63                 | 3,71                  | 3,71                   | 8,08                       | 19,47                     |
| 3                 | 4  | 0,80                     | 0,82                   | 3,79                  | 11,57                 | 1,64                  | 1,64                   | 3,35                       | 8,63                      |
| 4                 | 5  | 0,80                     | 1,02                   | 4,68                  | 14,37                 | 2,03                  | 2,03                   | 4,20                       | 10,68                     |
| 5                 | 6  | 0,80                     | 1,83                   | 8,44                  | 28,24                 | 3,66                  | 3,66                   | 9,92                       | 19,24                     |
| 6                 | 7  | 0,80                     | 1,54                   | 7,10                  | 26,48                 | 3,08                  | 3,08                   | 11,06                      | 16,19                     |
| 7                 | 8  | 0,80                     | 3,31                   | 15,24                 | 67,03                 | 6,61                  | 6,61                   | 33,96                      | 34,73                     |
| 8                 | 9  | 0,80                     | 5,04                   | 23,22                 | 125,14                | 10,08                 | 10,08                  | 74,74                      | 52,92                     |
| 9                 | CM | 0,80                     | 3,93                   | 18,10                 | 119,72                | 7,86                  | 7,86                   | 80,44                      | 41,24                     |
|                   |    | 7,16                     | 19,82                  | 91,19                 | 425,63                | 39,64                 | 39,64                  | 227,62                     | 207,91                    |

## 3.2 Diseño del sistema de alcantarillado pluvial

Previo al dimensionamiento del sistema, se realizó un diagnóstico de campo para identificar la situación actual de la red pluvial. Se observó que el Cuartel no cuenta con un sistema de colectores que operen con normalidad, lo cual ha derivado en problemas de

estancamiento, erosión y deterioro de la calzada. Esta ausencia de infraestructura pluvial motivó la necesidad de rediseñar una red eficiente adaptada a las condiciones del sitio.

El colector elegido para el ejemplo del diseño es el tramo 3-4.

### **3.2.1 Parámetros de diseño**

#### **3.2.1.1 Periodo de retorno**

##### **Definición:**

El período de retorno ( $T_r$ ) es el tiempo promedio, en años, en el que se espera que una tormenta de una magnitud específica ocurra o sea superada. En el diseño de alcantarillado pluvial, se utiliza para seleccionar la intensidad de lluvia de diseño ( $I$ ), garantizando que el sistema pueda manejar eventos pluviales con una probabilidad aceptable de ocurrencia, según el uso del suelo y las consecuencias de inundaciones.

##### **Obtención:**

El Manual de Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial de Interagua recomienda períodos de retorno entre 2 y 10 años para sistemas pluviales en áreas urbanas residenciales, dependiendo de la densidad poblacional, el tamaño de la cuenca y el riesgo de inundación. Para áreas urbanas pequeñas (como 2.7 ha) con uso predominantemente residencial o institucional, como el Cuartel Modelo, se sugiere un período de retorno de 5 años, ya que equilibra el costo de infraestructura con la protección contra inundaciones frecuentes (Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil, s.f.).

**Tabla 18**

*Periodo de diseño  $T_r$ . Fuente: Interagua*

| Población<br>(habitantes) | Periodo de<br>diseño |
|---------------------------|----------------------|
| menos de 4,000            | 5 años               |
| De 4,000 a 15,000         | 10 años              |
| De 15,000 a 70,000        | 15 años              |
| Más de 70,000             | 20 años              |



### 3.2.1.2 Coeficiente de escurrimiento

#### Definición:

El coeficiente de escurrimiento (C) es una medida adimensional que representa la fracción de la precipitación que se transforma en escurrimiento superficial, en lugar de infiltrarse en el suelo o evaporarse. Su valor depende de las propiedades físicas de la superficie y varía entre 0 y 1, donde valores cercanos a 1 indican superficies altamente impermeables

#### Obtención:

Los datos del coeficiente de escurrimiento se presentan en la tabla 6 según las condiciones del terreno. Para el presente proyecto se realiza una ponderación del coeficiente de escurrimiento para cada área con su respectivo coeficiente.

**Tabla 19**

*Coeficiente de escurrimiento C. Fuente: Interagua*

| <b>Características de superficie</b>         | <b>Coeficiente de escurrimiento ( C )</b> |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Cubierta metálica                            | 0.95                                      |
| Cubierta con teja normal                     | 0.90                                      |
| Superficie pavimentada en condiciones buenas | 0.85 - 0.90                               |
| Superficie pavimentada con hormigón          | 0.80 - 0.85                               |
| Superficie empedrada (uniones pequeñas)      | 0.75 - 0.80                               |
| Superficie empedrada (uniones normales)      | 0.40 - 0.50                               |
| Superficie pavimentada con macadam           | 0.25 - 0.60                               |
| Superficies sin pavimentar                   | 0.10 - 0.30                               |
| Parques y jardines                           | 0.05 - 0.25                               |

*Nota.* La tabla propone valores del coeficiente de escurrimiento según la superficie.

En el área del proyecto contamos con áreas verdes, cubierta con teja normal, cubierta metálica y superficie pavimentada con hormigón hidráulico por lo que se pondera cada área con su respectivo coeficiente para obtener un único valor de coeficiente de escorrentía ponderado.

**Tabla 20**

*Coeficiente de retorno por área*

| Área (m2) | Cr   |
|-----------|------|
| 291,35    | 0,95 |
| 748,17    | 0,9  |
| 268,86    | 0,9  |
| 1014,04   | 0,9  |
| 3070,43   | 0,15 |
| 783,24    | 0,9  |
| 1654,71   | 0,95 |
| 671,72    | 0,95 |
| 682,14    | 0,95 |
| 1025,66   | 0,9  |
| 771,76    | 0,95 |
| 1626,45   | 0,9  |
| 14793,95  | 0,8  |

*Nota.* La tabla muestra la relación del coeficiente de escurrimiento de cada superficie con su respectiva área.

El Coeficiente de retorno ponderado es igual a:

$$Cr = \frac{\sum_i^n A_i * Cr_i}{A_{total}}$$

$$Cr = 0.77$$

### **3.2.1.3 Tiempo de concentración**

Definición:

El tiempo de concentración (ti) es el tiempo requerido para que la gota de lluvia que cae en el punto más lejano de la cuenca tributaria llegue al punto de salida o colector, considerando los procesos de escorrentía superficial, canalizada y, en algunos casos, subterránea. Es un factor

crítico para determinar la intensidad de lluvia de diseño, ya que influye directamente en la duración del evento pluvial considerado

Obtención:

El tiempo de concentración inicial se considera según el Manual de Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial de Interagua entre una duración de 5 a 15 minutos para cuencas menores a 10ha. Para el proyecto se elige 5 minutos.

#### 3.2.1.4 Coeficiente de Manning

El material por utilizar en el diseño pluvial es PVC Novafort, el coeficiente de Manning es  $n = 0.009$ .

#### 3.2.1.5 Intensidad de la lluvia

Definición:

La intensidad de lluvia ( $I$ ) es la tasa de precipitación en un período específico (en mm/h o m/s), determinada para el tiempo de concentración y el período de retorno.

Obtención:

Se recomienda utilizar las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) elaboradas por el INAMHI. Para el proyecto se seleccionó la estación meteorológica M0056 que corresponde al aeropuerto de Guayaquil.

**Tabla 21**

*Ecuaciones de curva IDF para estación M0056. Fuente: (INAMHI)*

**CUADRO N° 26: INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA ESTACIÓN M0056  
GUAYAQUIL AEROPUERTO**

| ESTACIÓN |                         | INTERVALOS DE<br>TIEMPO<br>(minutos) | ECUACIONES                                  | R      | R <sup>2</sup> |
|----------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|--------|----------------|
| CÓDIGO   | NOMBRE                  |                                      |                                             |        |                |
| M0056    | GUAYAQUIL<br>AEROPUERTO | 5<30                                 | $i = 135.7748 * T^{0.2169} * t^{-0.3063}$   | 0.9840 | 0.9683         |
|          |                         | 30<120                               | $i = 203.0259 * T^{0.2169} * t^{-0.417068}$ | 0.9944 | 0.9889         |
|          |                         | 120<1440                             | $i = 1113.4537 * T^{0.2169} * t^{-0.7779}$  | 0.9992 | 0.9984         |



$$A_{total3} - 4 = 0.79 \text{ ha}$$

### 3.2.2.2 *Tiempo de concentración*

Interagua propone un tiempo de concentración inicial entre 5 a 10 minutos para áreas pequeñas como en el caso del Cuartel Modelo de Guayaquil.

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$tc = Longitud * \frac{60}{V_0} + tc_{anterior}$$

Donde  $V_0$  es la Velocidad a tubo lleno del flujo que proviene del colector anterior y  $tc_{anterior}$  es el tiempo de concentración acumulado hasta el colector anterior.

$$tc = 25.14 * \frac{60}{3.79} + 5.158$$

$$tc = 5.606 \text{ minutos}$$

### 3.2.2.3 *Intensidad de lluvia (i)*

Se determina mediante la aplicación de curvas IDF del sector especificado en la sección 3.2.1.5, el cual depende del tiempo de concentración y el periodo retorno.

La ecuación para periodos de concentración de 5 a 30 minutos es:

$$i = 135.7748 * T^{0.2169} * tc^{-0.3063}$$

$$i = 135.7748 * 5^{0.2169} * 5.606^{-0.3063}$$

$$i = 113.534$$

### 3.2.2.4 *Caudal de diseño*

Se aplica el método racional.

$$Q = 0.00278 * i * A_{parcial} * Cr + Q_{anterior}$$

$$Q = 0.00278 * 113.534 * 0.08 * 0.77 + 0.06 + 0.11$$

$$Q = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tabla 22***Caudal de diseño para alcantarillado pluvial Tramo 1-5*

|        |         | Área  |      |      | Colectores tributaria |       |       |         |          | Q diseño |       |
|--------|---------|-------|------|------|-----------------------|-------|-------|---------|----------|----------|-------|
| Tramos | Parcial | Total | cr   | cr   | parcial               | ti    | T     | i       | Adoptado | (m3/s)   | (l/s) |
| 1      | 2       | 0,21  | 0,21 | 0,77 | 0,77                  | 5,000 | 5,000 | 117,579 | 0,05     | 52,35    |       |
| 2      | 3       | 0,05  | 0,26 | 0,77 | 0,14                  | 5,158 | 5,000 | 116,467 | 0,06     | 64,07    |       |
| 8      | 3       | 0,45  | 0,45 | 0,77 | 0,77                  | 5,000 | 5,000 | 117,579 | 0,11     | 113,26   |       |
| 3      | 4       | 0,083 | 0,79 | 0,77 | 0,08                  | 5,606 | 5,000 | 113,534 | 0,20     | 197,50   |       |
| 4      | 5       | 0,254 | 1,04 | 0,77 | 0,19                  | 5,716 | 5,000 | 112,856 | 0,26     | 258,86   |       |
| 5      | E       | 0,22  | 1,26 | 0,77 | 0,13                  | 5,777 | 5,000 | 112,490 | 0,30     | 302,60   |       |

**Tabla 23***Caudal de diseño para alcantarillado pluvial tramo 9-14*

|        |         | Área  |      |      | Colectores tributaria |       |       |         |          | Q diseño |       |
|--------|---------|-------|------|------|-----------------------|-------|-------|---------|----------|----------|-------|
| Tramos | Parcial | Total | cr   | Cr   | parcial               | ti    | T     | i       | Adoptado | (m3/s)   | (l/s) |
| 9      | 10      | 0,26  | 0,26 | 0,77 | 0,77                  | 5,000 | 5,000 | 117,579 | 0,07     | 65,44    |       |
| 10     | 11      | 0,00  | 0,26 | 0,77 | 0,00                  | 5,144 | 5,000 | 116,564 | 0,07     | 65,44    |       |
| 11     | 12      | 0,31  | 0,57 | 0,77 | 0,42                  | 5,414 | 5,000 | 114,751 | 0,14     | 141,59   |       |
| 12     | 13      | 0,23  | 0,80 | 0,77 | 0,22                  | 5,444 | 5,000 | 114,555 | 0,20     | 197,99   |       |
| 15     | 13      | 0,105 | 0,11 | 0,77 | 0,77                  | 5,000 | 5,000 | 117,579 | 0,03     | 26,43    |       |
| 13     | 14      | 0     | 0,91 | 0,77 | 0,00                  | 5,637 | 5,000 | 113,337 | 0,22     | 224,41   |       |
| 14     | E       | 0,06  | 0,97 | 0,77 | 0,05                  | 5,774 | 5,000 | 112,508 | 0,24     | 238,86   |       |

### 3.2.3 Diseño de colector

Para realizar el diseño de los colectores se emplea el método de la sección 3.1.3 para diseño de colectores del sistema de alcantarillado sanitario. A continuación, se presentan los resultados.

**Tabla 24**

*Diseño a tubo lleno de alcantarillado pluvial tramo 1-5*

| Colectores |      |       |        | Diámetro |       |        | Dc     | Q0   |        | V0    |
|------------|------|-------|--------|----------|-------|--------|--------|------|--------|-------|
| Tramos     | Long | Q dis | S      | (m)      | in    | nom in | int(m) | l/s  |        | m/s   |
| 1          | 2    | 18,71 | 52,35  | 1        | 0,208 | 8,17   | 12     | 0,30 | 139,82 | 1,978 |
| 2          | 3    | 28,3  | 64,07  | 1        | 0,224 | 8,82   | 14     | 0,35 | 210,91 | 2,192 |
| 8          | 3    | 30,61 | 113,26 | 1        | 0,277 | 10,92  | 14     | 0,35 | 210,91 | 2,192 |
| 3          | 4    | 25,14 | 197,50 | 2,5      | 0,288 | 11,32  | 16     | 0,40 | 476,11 | 3,789 |
| 4          | 5    | 8.19  | 258,86 | 2,5      | 0,318 | 12,53  | 16     | 0,40 | 476,11 | 3,789 |
| 5          | E    | 34.58 | 302,60 | 2,5      | 0,338 | 13,29  | 16     | 0,40 | 476,11 | 3,789 |

**Tabla 25**

*Diseño a tubo lleno de alcantarillado pluvial tramo 9-14*

| Colectores |      |       |        | Diámetro |       |        | Dc     | Q0   |        | V0    |
|------------|------|-------|--------|----------|-------|--------|--------|------|--------|-------|
| Tramos     | Long | Q dis | S      | (m)      | in    | nom in | int(m) | l/s  |        | m/s   |
| 9          | 10   | 16,3  | 65,44  | 1,5      | 0,209 | 8,24   | 12     | 0,30 | 171,24 | 2,423 |
| 10         | 11   | 32,06 | 65,44  | 1        | 0,226 | 8,89   | 12     | 0,30 | 139,82 | 1,978 |
| 11         | 12   | 3,98  | 141,59 | 1        | 0,301 | 11,87  | 14     | 0,35 | 210,91 | 2,192 |
| 12         | 13   | 18,25 | 197,99 | 1        | 0,342 | 13,46  | 16     | 0,40 | 301,12 | 2,396 |
| 15         | 13   | 7,88  | 26,43  | 1        | 0,161 | 6,32   | 12     | 0,30 | 139,82 | 1,978 |
| 13         | 14   | 21,26 | 224,41 | 1        | 0,358 | 14,11  | 16     | 0,40 | 301,12 | 2,396 |
| 14         | E    | 20    | 238,86 | 1        | 0,367 | 14,44  | 16     | 0,40 | 301,12 | 2,396 |

**Tabla 26***Relación hidráulica a tubo lleno para alcantarillado pluvial tramo 1-5*

| Colectores |   | Q/Q0                    | V/V0  | d/D | R/R0  | H/D   |
|------------|---|-------------------------|-------|-----|-------|-------|
| Tramos     |   | Sacados de la tabla 8.2 |       |     |       |       |
| 1          | 2 | <b>0,37</b>             | 0,776 | 48% | 0,974 | 0,368 |
| 2          | 3 | <b>0,30</b>             | 0,729 | 42% | 0,896 | 0,321 |
| 8          | 3 | <b>0,54</b>             | 0,87  | 59% | 1,107 | 0,487 |
| 3          | 4 | <b>0,41</b>             | 0,802 | 50% | 1,014 | 0,395 |
| 4          | 5 | <b>0,54</b>             | 0,87  | 59% | 1,107 | 0,487 |
| 5          | E | <b>0,64</b>             | 0,918 | 65% | 1,151 | 0,568 |

**Tabla 27***Relación hidráulica a tubo lleno para alcantarillado pluvial tramo 9-14*

| Colectores |    | Q/Q0                    | V/V0  | d/D | R/R0  | H/D   |
|------------|----|-------------------------|-------|-----|-------|-------|
| Tramos     |    | Sacados de la tabla 8.2 |       |     |       |       |
| 9          | 10 | <b>0,38</b>             | 0,781 | 48% | 0,983 | 0,374 |
| 10         | 11 | <b>0,47</b>             | 0,834 | 54% | 1,056 | 0,436 |
| 11         | 12 | <b>0,67</b>             | 0,931 | 67% | 1,163 | 0,595 |
| 12         | 13 | <b>0,66</b>             | 0,927 | 67% | 1,16  | 0,585 |
| 15         | 13 | <b>0,19</b>             | 0,645 | 33% | 0,748 | 0,244 |
| 13         | 14 | <b>0,75</b>             | 0,965 | 72% | 1,190 | 0,677 |
| 14         | E  | <b>0,79</b>             | 0,980 | 75% | 1,200 | 0,725 |



**Tabla 28***Cálculo de parámetros reales para alcantarillado pluvial tramo 1-5*

| <b>Colectores</b> |   | <b>V</b>     | <b>V<sup>2</sup>/2g</b> | <b>R</b> | <b>t</b>               | <b>d</b> | <b>E</b> | <b>H</b> | <b>NF</b> |
|-------------------|---|--------------|-------------------------|----------|------------------------|----------|----------|----------|-----------|
| <b>Tramos</b>     |   | <b>m/s</b>   | <b>m</b>                | <b>m</b> | <b>N/m<sup>2</sup></b> | <b>m</b> | <b>m</b> | <b>m</b> |           |
| 1                 | 2 | <b>1,535</b> | 0,120                   | 0,073    | <b>7,2</b>             | 0,14     | 0,26     | 0,11     | 1,47      |
| 2                 | 3 | <b>1,598</b> | 0,1302                  | 0,078    | <b>7,7</b>             | 0,15     | 0,28     | 0,11     | 1,52      |
| 8                 | 3 | <b>1,907</b> | 0,18539                 | 0,097    | <b>9,5</b>             | 0,21     | 0,39     | 0,17     | 1,47      |
| 3                 | 4 | <b>3,039</b> | 0,471                   | 0,101    | <b>24,9</b>            | 0,20     | 0,67     | 0,16     | 2,44      |
| 4                 | 5 | <b>3,296</b> | 0,554                   | 0,111    | <b>27,1</b>            | 0,24     | 0,79     | 0,19     | 2,38      |
| 5                 | E | <b>3,402</b> | 0,590                   | 0,118    | <b>29,0</b>            | 0,24     | 0,83     | 0,19     | 2,47      |

**Tabla 29***Cálculo de parámetros reales para alcantarillado pluvial tramo 9-14*

| <b>Colectores</b> |    | <b>V</b>     | <b>V<sup>2</sup>/2g</b> | <b>R</b> | <b>t</b>               | <b>d</b> | <b>E</b> | <b>H</b> | <b>NF</b> |
|-------------------|----|--------------|-------------------------|----------|------------------------|----------|----------|----------|-----------|
| <b>Tramos</b>     |    | <b>m/s</b>   | <b>m</b>                | <b>m</b> | <b>N/m<sup>2</sup></b> | <b>m</b> | <b>m</b> | <b>m</b> |           |
| 9                 | 10 | <b>1,892</b> | 0,182                   | 0,074    | <b>10,8</b>            | 0,14     | 0,33     | 0,11     | 1,80      |
| 10                | 11 | <b>1,650</b> | 0,1387                  | 0,079    | <b>7,8</b>             | 0,16     | 0,30     | 0,13     | 1,46      |
| 11                | 12 | <b>2,041</b> | 0,2123                  | 0,102    | <b>10,0</b>            | 0,24     | 0,45     | 0,21     | 1,43      |
| 12                | 13 | <b>2,221</b> | 0,2515                  | 0,116    | <b>11,4</b>            | 0,27     | 0,52     | 0,23     | 1,47      |
| 15                | 13 | <b>1,276</b> | 0,08296                 | 0,056    | <b>5,5</b>             | 0,10     | 0,18     | 0,07     | 1,51      |
| 13                | 14 | <b>2,312</b> | 0,273                   | 0,119    | <b>11,7</b>            | 0,29     | 0,56     | 0,27     | 1,42      |
| 14                | E  | <b>2,348</b> | 0,281                   | 0,120    | <b>11,8</b>            | 0,30     | 0,58     | 0,29     | 1,39      |

**Tabla 30**

*Cotas de alcantarillado pluvial tramo 1-5*

| Colector<br>es |    | Cota<br>Rasante |      | Cota<br>Clave |       | Cota<br>Batea |       | Cota<br>Lámina |       | Cota<br>Energía |      | Profund<br>idad a<br>clave |      | Profund<br>idad de<br>excavaci<br>ón |      |
|----------------|----|-----------------|------|---------------|-------|---------------|-------|----------------|-------|-----------------|------|----------------------------|------|--------------------------------------|------|
| Tramos         | De | A               | De   | A             | De    | A             | De    | A              | De    | A               | De   | A                          | De   | A                                    |      |
| 1              | 2  | 5,06            | 4,92 | 4,06          | 3,873 | 3,76          | 3,572 | 3,90           | 3,716 | 4,02            | 4,02 | 1,00                       | 1,05 | 1,40                                 | 1,45 |
| 2              | 3  | 4,92            | 4,9  | 3,92          | 3,639 | 3,57          | 3,276 | 3,72           | 3,437 | 3,85            | 3,84 | 1,00                       | 1,26 | 1,45                                 | 1,71 |
| 8              | 3  | 5,03            | 4,9  | 4,03          | 3,724 | 3,68          | 3,355 | 3,89           | 3,580 | 4,07            | 4,05 | 1,00                       | 1,18 | 1,45                                 | 1,63 |
| 3              | 4  | 4,9             | 4,96 | 3,62          | 2,992 | 3,22          | 2,489 | 3,42           | 2,793 | 3,89            | 3,79 | 1,28                       | 1,97 | 1,78                                 | 2,47 |
| 4              | 5  | 4,96            | 4,89 | 2,89          | 2,543 | 2,49          | 2,029 | 2,72           | 2,378 | 3,28            | 3,16 | 2,07                       | 2,35 | 2,57                                 | 2,85 |
| 5              | E  | 4,9             | 4,79 | 2,48          | 2,082 | 2,03          | 1,455 | 2,27           | 1,873 | 2,86            | 2,68 | 2,42                       | 2,71 | 2,97                                 | 3,26 |

**Tabla 31**

*Cotas de alcantarillado pluvial tramo 9-14*

| Colectores | Cota Rasante |      | Cota Clave |      | Cota Batea |      | Cota Lámina |      | Cota Energía |      | Profundid ad a clave |      | Profundid ad de excavación |      |      |
|------------|--------------|------|------------|------|------------|------|-------------|------|--------------|------|----------------------|------|----------------------------|------|------|
|            |              |      |            |      |            |      |             |      |              |      |                      |      |                            |      |      |
| Tramos     | De           | A    | De         | A    | De         | A    | De          | A    | De           | A    | De                   | A    | De                         | A    |      |
| 9          | 10           | 4,87 | 4,89       | 3,87 | 3,626      | 3,57 | 3,317       | 3,71 | 3,470        | 3,90 | 3,46                 | 1,00 | 1,26                       | 1,40 | 1,66 |
| 10         | 11           | 4,89 | 4,96       | 3,62 | 3,296      | 3,32 | 2,989       | 3,48 | 3,159        | 3,62 | 3,61                 | 1,27 | 1,66                       | 1,67 | 2,06 |
| 11         | 12           | 4,96 | 4,89       | 3,34 | 3,299      | 2,99 | 2,945       | 3,22 | 3,184        | 3,44 | 3,43                 | 1,62 | 1,59                       | 2,07 | 2,04 |
| 12         | 13           | 4,89 | 4,96       | 3,35 | 3,163      | 2,95 | 2,635       | 3,21 | 3,029        | 3,46 | 3,34                 | 1,54 | 1,80                       | 2,04 | 2,30 |
| 15         | 13           | 4,87 | 4,89       | 3,87 | 3,791      | 3,57 | 3,483       | 3,67 | 3,591        | 3,75 | 3,58                 | 1,00 | 1,10                       | 1,40 | 1,50 |
| 13         | 14           | 4,96 | 4,9        | 3,08 | 2,864      | 2,63 | 2,307       | 2,89 | 2,679        | 3,15 | 3,04                 | 1,88 | 2,04                       | 2,43 | 2,59 |
| 14         | E            | 5,1  | 4,73       | 2,76 | 2,557      | 2,31 | 2,053       | 2,58 | 2,384        | 2,86 | 2,80                 | 2,34 | 2,17                       | 2,89 | 2,72 |

**Tabla 32***Volúmenes de material para alcantarillado pluvial tramo 1- 5*

| Colectores |   | Ancho de Zanja(m) | Vol. Arena (m3) | Vol. Mej. (m3) | Vol. Exc. (m3) | Vol. Base (m3) | Vol. Horm. (m3) | Vol. Mat. Mej. (m3) | Vol.Desalojo. (m3) |
|------------|---|-------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| Tramos     |   |                   |                 |                |                |                |                 |                     |                    |
| 1          | 2 | 0,90              | 1,68            | 8,78           | 23,97          | 3,37           | 3,37            | 5,45                | 19,45              |
| 2          | 3 | 0,95              | 2,69            | 14,75          | 42,47          | 5,38           | 5,38            | 11,55               | 32,46              |
| 8          | 3 | 0,95              | 2,91            | 15,96          | 44,73          | 5,82           | 5,82            | 11,28               | 35,11              |
| 3          | 4 | 1,00              | 2,51            | 14,44          | 53,39          | 5,03           | 5,03            | 23,23               | 31,68              |
| 4          | 5 | 1,00              | 1,39            | 7,96           | 37,54          | 2,77           | 2,77            | 20,91               | 17,46              |
| 5          | E | 1,05              | 1,67            | 9,97           | 51,87          | 3,33           | 3,33            | 31,05               | 21,86              |

**Tabla 33***Volúmenes de material para alcantarillado pluvial tramo 9-14*

| Colectores |    | Ancho de Zanja(m) | Vol. Arena (m3) | Vol. Mej. (m3) | Vol. Exc. (m3) | Vol. Base (m3) | Vol. Horm. (m3) | Vol. Mat. Mej. (m3) | Vol.Desalojo. (m3) |
|------------|----|-------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| Tramos     |    |                   |                 |                |                |                |                 |                     |                    |
| 9          | 10 | 0,90              | 1,47            | 7,65           | 22,48          | 2,93           | 2,93            | 6,34                | 16,94              |
| 10         | 11 | 0,90              | 2,89            | 15,05          | 53,92          | 5,77           | 5,77            | 22,18               | 33,33              |
| 11         | 12 | 0,95              | 0,38            | 2,07           | 7,77           | 0,76           | 0,76            | 3,43                | 4,57               |
| 12         | 13 | 1,00              | 1,83            | 10,48          | 39,62          | 3,65           | 3,65            | 17,72               | 23,00              |
| 15         | 13 | 0,90              | 0,71            | 3,70           | 10,28          | 1,42           | 1,42            | 2,48                | 8,19               |
| 13         | 14 | 1,05              | 2,23            | 13,36          | 56,02          | 4,46           | 4,46            | 28,11               | 29,30              |
| 14         | E  | 1,05              | 2,10            | 12,57          | 58,97          | 4,20           | 4,20            | 32,72               | 27,56              |

Las tablas de resultados muestran el proceso de diseño, cumplimiento de normativa y el volumen de los materiales por tramos de colectores.

## Capítulo 4

## **4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL**

### **4.1 Descripción del proyecto**

El presente estudio se centra en el rediseño integral de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial en el Cuartel Modelo de la ciudad de Guayaquil. El objetivo principal del proyecto es modernizar la infraestructura existente para asegurar la recolección, conducción y disposición adecuada de las aguas residuales y pluviales generadas dentro de las instalaciones, con el fin de prevenir la contaminación de los cuerpos hídricos receptores y proteger el entorno inmediato. Este proyecto contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, relacionados con la gestión sostenible del agua y el saneamiento.

El área de estudio corresponde al predio del Cuartel Modelo, el cual se encuentra dentro de la cuenca urbana de Guayaquil. Para el análisis del área de influencia se emplearon levantamientos topográficos y sistemas de información geográfica (SIG), lo que permitió caracterizar de forma precisa la infraestructura y las condiciones ambientales del sitio.

El estudio de impacto ambiental contempla la identificación de los impactos potenciales en las fases de construcción, operación/mantenimiento y cierre, y la definición de medidas de prevención y mitigación asociadas a la generación de contaminantes, alteración del entorno natural, emisiones y manejo sostenible de recursos.

### **4.2 Línea base ambiental**

La línea base ambiental representa un diagnóstico detallado de las condiciones ambientales previas al comienzo del proyecto. De esta manera establecemos un estado inicial del entorno para gestionar las responsabilidades y reducir impactos ambientales y socioeconómicos. (SEA,2011)

#### **4.2.1 Clima**

El Cuartel Modelo de la ciudad de Guayaquil está influenciado por un clima tropical caracterizado por temperaturas elevadas, alta humedad y un régimen de lluvias estacional. La precipitación se concentra entre los meses de enero y abril, cuando ocurren lluvias intensas asociadas a la Zona de Convergencia Intertropical y, ocasionalmente, a la presencia del Fenómeno El Niño, mientras que entre mayo y diciembre predomina una estación seca con precipitaciones muy reducidas (INAMHI, 2022).

Las temperaturas medias anuales se encuentran en un rango aproximado de 24 °C a 31 °C. Las máximas absolutas pueden superar los 33 °C en los meses más cálidos y las mínimas rara vez bajan de los 20 °C. La humedad relativa promedio es superior al 75 %, lo que incrementa la sensación térmica en entornos urbanos con poca vegetación (Egas & Roque, 2020).

#### **4.2.2 Aire**

El sector del Cuartel Modelo de la ciudad de Guayaquil, ubicado en una zona urbana de alta densidad vehicular y cercana a la Av. De las Américas, se ve influenciado por la calidad del aire propia del centro de la ciudad.

Los datos obtenidos de la red de vigilancia de calidad del aire y los reportes del Servicio de Monitoreo Atmosférico de Copernicus indican que, en general, la calidad del aire en Guayaquil se encuentra en los rangos de “buena” a “moderada”, con presencia ocasional de contaminantes como material particulado (PM10 y PM2.5), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y ozono troposférico (O<sub>3</sub>) (Copernicus, 2023).

Los principales factores que afectan la calidad del aire en esta zona son:

- Emisiones vehiculares provenientes del tráfico intenso de las avenidas aledañas.
- Actividades comerciales e industriales cercanas al centro urbano.

- Condiciones climáticas locales, especialmente durante la época seca, que favorecen la acumulación de contaminantes.

Pese a estas influencias, los promedios anuales de contaminantes registrados en estaciones urbanas de Guayaquil se mantienen, en la mayoría de los casos, dentro de los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las normas ambientales nacionales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Es importante destacar que la calidad del aire en el Cuartel Modelo se clasifica como aceptable la mayor parte del año, con un riesgo bajo para la población general. No obstante, en periodos de congestión vehicular o condiciones climáticas adversas, puede incrementarse temporalmente la concentración de partículas, afectando especialmente a grupos sensibles.

#### **4.2.3 Suelo**

El área donde se ubica el Cuartel Modelo de Guayaquil forma parte de la planicie aluvial de la ciudad, caracterizada por materiales sedimentarios depositados por los sistemas fluviales del río Guayas.

Los estudios geotécnicos y ambientales realizados en zonas urbanas cercanas muestran que los suelos predominantes son de tipo limo-arcilloso y arcillo-limoso, con estratos ocasionales de arena fina. Estas características generan una baja capacidad de infiltración y drenaje natural, lo cual favorece la escorrentía superficial y aumenta el riesgo de encharcamientos durante episodios de lluvia intensa (Geocimientos, 2019).

Desde el punto de vista ambiental, estos suelos presentan las siguientes particularidades:

- Alta plasticidad y compresibilidad: La presencia de finos (limo y arcilla) puede producir asentamientos diferenciales si no se realiza una adecuada compactación y estabilización del terreno antes de las obras.

- Vulnerabilidad a la contaminación: La baja permeabilidad limita la infiltración profunda, lo que reduce la recarga de acuíferos, pero en caso de vertidos superficiales o filtraciones puede concentrar contaminantes en las capas superficiales.
- Sensibilidad a movimientos de tierra: Las excavaciones para la instalación de tuberías requieren medidas de contención y drenaje temporales, evitando erosión y pérdida de estabilidad en taludes.

#### **4.2.4 Flora y fauna**

El entorno del Cuartel Modelo, ubicado en una zona céntrica y densamente urbanizada de Guayaquil, presenta escasa cobertura vegetal debido a la ocupación del suelo por edificaciones, calles y áreas pavimentadas. La vegetación existente se limita a especies ornamentales y arbustos aislados en parterres y zonas verdes internas, principalmente especies adaptadas a ambientes urbanos como ficus, neem, guayacán y palmeras (Municipalidad de Guayaquil, 2020).

La fauna asociada a esta área urbana está constituida principalmente por especies sinantrópicas, adaptadas a convivir con actividades humanas, entre ellas:

Aves: gorrones (*Passer domesticus*), palomas (*Columba livia*), golondrinas (*Hirundo rustica*) y periquitos (*Brotogeris versicolurus*).

- Mamíferos pequeños: ratones y ratas
- Reptiles: lagartijas.
- Artrópodos: insectos como mosquitos, cucarachas y hormigas.

La biodiversidad local es baja debido a la falta de áreas naturales continuas, sin embargo, estos grupos cumplen funciones ecológicas de control biológico y reciclaje de materia orgánica.



#### **4.2.5 Agua**

La ciudad de Guayaquil se encuentra emplazada en la cuenca baja del sistema hidrográfico del río Guayas, una de las más importantes de la costa ecuatoriana. Dentro de esta cuenca, el estero Salado y el estero Cobina son los cuerpos de agua más cercanos a la zona urbana donde se ubica el Cuartel Modelo (Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guayas, 2021).

### **4.3 Actividades del proyecto**

Se describen las actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto de manera organizada, distribuyéndolos por etapas. Se evalúan los posibles impactos generados para cada una de las actividades realizadas.

#### **4.3.1 Fase preliminar**

Esta etapa inicial se orienta a la recopilación de información y diagnóstico previo:

- Revisión de información y estudios existentes: recopilación de planos, estudios topográficos y datos hidrosanitarios.
- Levantamiento topográfico y geotécnico: medición detallada de cotas y características del terreno para definir la red.
- Diagnóstico de las redes actuales: inspección del estado de colectores y estructuras existentes.
- Prediseño: desarrollo de alternativas técnicas considerando factores hidráulicos, topográficos, ambientales y de operación.
- Diseño: definición de diámetros, longitudes y pendientes de tuberías.

El objetivo de esta fase es optimizar la solución técnica y prever los impactos ambientales (MIDUVI, 2015).

#### **4.3.2 Fase de construcción**

En esta fase se ejecutan los trabajos en campo:

- Trazado y replanteo de los ejes de tuberías.
- Excavación y movimiento de tierras.
- Instalación de tuberías (PVC o HDPE), cámaras de inspección y sumideros.
- Compactación, pruebas hidráulicas y reposición de pavimento.

Durante esta fase se producen los impactos ambientales temporales más significativos, como emisiones de polvo, ruido y generación de escombros (OPS/OMS, 2017).

#### **4.3.3 Fase de operación y mantenimiento**

Una vez finalizada la construcción, inicia la fase operativa, que se extiende durante la vida útil del sistema. Incluye:

- Mantenimiento preventivo: limpieza periódica de sumideros y colectores para evitar obstrucciones
- Monitoreo hidráulico: inspección regular del sistema para asegurar el correcto funcionamiento y prevenir fallas.
- Reparaciones puntuales: corrección de averías o reemplazo de tramos que presenten daños.
- Educación ambiental: capacitación del personal interno para la correcta utilización del sistema y prevención de vertidos inadecuados.

En esta fase los impactos ambientales son positivos, destacando la mejora en la calidad sanitaria y en el manejo de aguas.

#### **4.3.4 Fase de cierre**

Corresponde a la etapa final en caso de que, en el futuro, se desmantele o reemplace la infraestructura. Incluye:

- Retiro de componentes: desmantelamiento controlado de tuberías y estructuras que hayan cumplido función.
- Gestión de residuos: disposición adecuada del material retirado según normativa ambiental.
- Rehabilitación del sitio: restitución del pavimento afectado.

En esta fase se aplican medidas para minimizar los impactos, y prevenir contaminación por residuos.

#### **4.4 Identificación de impactos ambientales**

La identificación de impactos ambientales constituye una etapa crítica dentro de la evaluación ambiental de un proyecto, ya que permite reconocer las posibles afectaciones al entorno natural y urbano derivadas de las distintas fases del proyecto. Para el presente proyecto, se han considerado impactos asociados a las fases de construcción, operación y mantenimiento y cierre.

**Tabla 34**

*Impactos ambientales en la etapa de construcción*

| <b>Fase del proyecto</b> | <b>Aspecto ambiental</b> |                               | <b>Impacto Ambiental</b>                                                                                       |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Construcción</b>      | <b>Clima</b>             | Temperatura                   | Aumento de temperatura por maquinarias                                                                         |
|                          |                          | Calidad del aire              | Contaminación por aumento de partículas finas producto del levantamiento del pavimento existente y excavación. |
|                          | <b>Aire</b>              | Ruido                         | Contaminación por ruido causado por maquinaria.                                                                |
|                          | <b>Suelo</b>             | Erosión                       | Dstrucción de la capa del suelo por erosión.                                                                   |
|                          |                          | Calidad del suelo             | Contaminación por sustancias proveniente de maquinaria.                                                        |
|                          | <b>Agua</b>              | Nivel de calidad del agua     | Posible contaminación a las fuentes de agua potable.                                                           |
|                          | <b>Flora y Fauna</b>     | Afectación a la flora y fauna | No se afecta la flora y la fauna se ve levemente afectada.                                                     |
|                          | <b>Salud</b>             | Salud y Saneamiento           | Afección a la salud de los habitantes y sistemas de alcantarillado paralizados parcialmente.                   |
|                          | <b>Economía</b>          | Trabajos y costos             | Generación de empleo durante la construcción del proyecto.                                                     |

**Tabla 35**

*Impactos ambientales en la etapa de operación y cierre*

| <b>Fase del proyecto</b>         | <b>Línea base ambiental</b> |                               | <b>Impacto Ambiental</b>                                                    |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Operación y mantenimiento</b> | <b>Clima</b>                | Temperatura                   | Sin Impacto                                                                 |
|                                  |                             | Calidad del aire              | Sin Impacto                                                                 |
|                                  | <b>Aire</b>                 | Ruido                         | Leve aumento de ruido por equipos de pruebas de colectores.                 |
|                                  |                             | Erosión                       | Sin Impacto                                                                 |
|                                  | <b>Suelo</b>                | Calidad del suelo             | Posible infiltración de agua durante las pruebas.                           |
|                                  | <b>Agua</b>                 | Nivel de calidad del agua     | Posible infiltración de sólidos a la red de alcantarillado.                 |
|                                  | <b>Flora y Fauna</b>        | Afectación a la flora y fauna | Sin Impacto                                                                 |
|                                  | <b>Salud</b>                | Salud y Saneamiento           | Mejora de la salud de los habitantes al habilitar la red de alcantarillado. |
|                                  | <b>Economía</b>             | Trabajos y costos             | Costos de operación.                                                        |
| <b>Fase del proyecto</b>         | <b>Línea base ambiental</b> |                               | <b>Impacto Ambiental</b>                                                    |
| <b>Cierre</b>                    | <b>Clima</b>                | Temperatura                   | Sin Impacto                                                                 |
|                                  |                             | Calidad del aire              | Sin Impacto                                                                 |
|                                  | <b>Aire</b>                 | Ruido                         | Aumento de ruido por maquinaria de limpieza.                                |
|                                  |                             | Erosión                       | Sin Impacto                                                                 |
|                                  | <b>Suelo</b>                | Calidad del suelo             | Sin Impacto                                                                 |
|                                  | <b>Agua</b>                 | Nivel de calidad del agua     | Mejora del sistema de alcantarillado                                        |
|                                  | <b>Flora y Fauna</b>        | Afectación a la flora y fauna | Sin Impacto                                                                 |

|                 |                     |                                                                          |
|-----------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Salud</b>    | Salud y Saneamiento | Mejor calidad de vida de los habitantes y visitantes del Cuartel Modelo. |
| <b>Economía</b> | Trabajos y costos   | Estabiliza la economía y optimiza recursos hídricos.                     |

Las tablas 34 y 35 muestran los impactos ambientales identificados en las diferentes etapas del proyecto.

#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

Una vez identificados los impactos generados por las diferentes fases del proyecto, es necesario cuantificarlos y clasificarlos en función de su intensidad, duración y grado de afectación. Para ello, se utiliza el método del Índice de Impacto Ambiental (IA), que combina dos variables principales:

- Magnitud del impacto (M): medida de la intensidad del cambio que produce una acción sobre un componente ambiental.
- Importancia del impacto (I): grado de relevancia o trascendencia que tiene dicho cambio sobre el medio ambiente o la sociedad.

Se aplica la siguiente fórmula empleada por Chérrez (2023), para calcular el Índice de Impacto Ambiental (IA) para cada combinación acción/aspecto ambiental:

$$IA = \sqrt{Importancia * |Magnitud|}$$

Donde:

- El signo positivo (+) indica un impacto benéfico.
- El signo negativo (−) indica un impacto adverso.

Este método es cualitativo-cuantitativo y ha sido validado en estudios de evaluación ambiental en obras de infraestructura sanitaria (Castillo Chérrez & Peñaloza Avilez, 2023).

**Tabla 36**

*Rango de valoración de magnitud del impacto. Fuente: Chérrez (2023)*

| <b>Categoría</b> | <b>Rango</b> |
|------------------|--------------|
| Muy alta         | 8.1 - 10     |
| Alta             | 6.1 - 8      |
| Media            | 4.1 - 6      |
| Baja             | 2.1 - 4      |
| Muy baja         | 0.1 - 2      |

La importancia representa cuán relevante o trascendente es un impacto ambiental sobre un componente del entorno en términos de:

- Duración (temporal vs. permanente)
- Extensión (local vs. regional)
- Reversibilidad
- Frecuencia
- Sensibilidad del entorno afectado
- Relación con normativas ambientales
- Percepción social del impacto

Para determinar la importancia se utiliza una escala ordinal como se describe a continuación.

**Tabla 37**

*Rango de valoración de importancia de impacto. Fuente: Chérrez (2023)*

| <b>Categoría</b> | <b>Rango</b> |
|------------------|--------------|
| Muchísimo mayor  | 8.1 - 10     |
| Mayor            | 6.1 - 8      |
| Moderada         | 4.1 - 6      |
| Menor            | 2.1 - 4      |
| Sin importancia  | 0.1 - 2      |

Luego de calcular los valores de IA para cada combinación actividad/aspecto ambiental, se los clasifica según su grado de significancia:

**Tabla 38**

*Valores de IA según su calificación de impactos*

| Calificación del Impacto Ambiental | Valor del IA          |
|------------------------------------|-----------------------|
| Altamente Significativo            | $IA \geq 6.50$        |
| Significativo                      | $6.50 > IA \geq 4.50$ |
| Despreciable                       | $IA < 4.50$           |
| Benéfico                           | $IA > 0.00$           |

Esta clasificación permite priorizar los impactos adversos y planificar las medidas correctivas o preventivas adecuadas.

A continuación, se elabora la matriz de Leopold, donde se muestran los valores de magnitud e importancia para cada una de las actividades de las fases del proyecto.



**Tabla 39**

*Valoración de magnitud e importancia en las actividades del proyecto en la etapa preliminar*

| <i>Componente ambiental</i> | <i>Levantamiento topográfico</i> | <i>Diseño de alternativas</i> | <i>Trámites ambientales</i> |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| <i>Calidad del agua</i>     | M: -1 / I: 2                     | M: 0 / I: 0                   | M: 0 / I: 0                 |
| <i>Calidad del aire</i>     | M: -1 / I: 2                     | M: 0 / I: 0                   | M: 0 / I: 0                 |
| <i>Ruido</i>                | M: -1 / I: 2                     | M: 0 / I: 0                   | M: 0 / I: 0                 |
| <i>Suelo</i>                | M: -1 / I: 3                     | M: 0 / I: 0                   | M: 0 / I: 0                 |
| <i>Flora</i>                | M: -1 / I: 2                     | M: 0 / I: 0                   | M: 0 / I: 0                 |
| <i>Fauna</i>                | M: -1 / I: 2                     | M: 0 / I: 0                   | M: 0 / I: 0                 |
| <i>Salud humana</i>         | M: 0 / I: 0                      | M: 0 / I: 0                   | M: 0 / I: 0                 |
| <i>Economía local</i>       | M:+2 / I: 4                      | M:+3 / I: 5                   | M:+1 / I: 3                 |

**Tabla 40**

*Valoración de magnitud e importancia en las actividades del proyecto en la etapa de construcción*

| <i>Componente ambiental</i> | <i>Trazado y replanteo</i> | <i>Excavación</i> | <i>Movimiento de tierras</i> | <i>Instalación de tuberías</i> | <i>Construcción de cámaras /sumideros</i> | <i>Fundición de Pavimento</i> |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| <i>Calidad del agua</i>     | M:-1 / I:3                 | M:-4 / I:7        | M:-5 / I:7                   | M:-6 / I:8                     | M:-4 / I:7                                | M:-3 / I:5                    |
| <i>Calidad del aire</i>     | M:-5 / I:6                 | M:-5 / I:6        | M:-6 / I:6                   | M:-3 / I:5                     | M:-3 / I:5                                | M:-3 / I:5                    |
| <i>Ruido</i>                | M:-5 / I:7                 | M:-5 / I:7        | M:-6 / I:6                   | M:-4 / I:5                     | M:-4 / I:5                                | M:-5 / I:7                    |
| <i>Suelo</i>                | M:-6 / I:8                 | M:-6 / I:9        | M:-7 / I:7                   | M:-3 / I:5                     | M:-4 / I:6                                | M:-5 / I:6                    |
| <i>Flora</i>                | M:-7 / I:7                 | M:-7 / I:8        | M:-6 / I:6                   | M:-3 / I:4                     | M:-2 / I:3                                | M:-1 / I:1                    |
| <i>Fauna</i>                | M:-5 / I:6                 | M:-5 / I:7        | M:-4 / I:5                   | M:-2 / I:4                     | M:-1 / I:3                                | M:-1 / I:2                    |
| <i>Salud</i>                | M:-3 / I:5                 | M:-3 / I:6        | M:-4 / I:6                   | M:-3 / I:5                     | M:-2 / I:4                                | M:-3 / I:5                    |

*Economía local* M:+6 / I:7      M:+6 / I:8      M:+6 / I:7      M:+5 / I:6      M:+5 / I:6      M:+5 / I:6

En la tabla se valora la magnitud e importancia de las actividades del proyecto, a su vez se identifica que la mayoría de la magnitud negativa se encuentran en la etapa de construcción.

**Tabla 41**

*Valoración de magnitud e importancia en las actividades del proyecto en la etapa de mantenimiento y operación*

| <i>Componente ambiental</i> | <i>Mantenimiento preventivo</i> | <i>Limpieza de redes y sumideros</i> | <i>Educación comunitaria</i> |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| <i>Calidad del agua</i>     | M:+6 / I:8                      | M:+7 / I:8                           | M:+3 / I:5                   |
| <i>Calidad del aire</i>     | M:+1 / I:2                      | M:+1 / I:2                           | M: 0 / I:0                   |
| <i>Ruido</i>                | M:-1 / I:2                      | M:-1 / I:2                           | M: 0 / I:0                   |
| <i>Suelo</i>                | M:+1 / I:3                      | M:+1 / I:3                           | M: 0 / I:0                   |
| <i>Flora</i>                | M: 0 / I:0                      | M: 0 / I:0                           | M:+1 / I:2                   |
| <i>Fauna</i>                | M: 0 / I:0                      | M: 0 / I:0                           | M:+1 / I:2                   |
| <i>Salud humana</i>         | M:+5 / I:7                      | M:+6 / I:8                           | M:+3 / I:5                   |
| <i>Economía local</i>       | M:+4 / I:6                      | M:+4 / I:6                           | M:+2 / I:4                   |

En esta etapa los impactos se minimizan y la magnitud empieza a tornarse positiva.

**Tabla 42**

*Valoración de magnitud e importancia en las actividades del proyecto en la etapa de cierre*

| <i>Componente ambiental</i> | <i>Retiro de tuberías</i> | <i>Rehabilitación del terreno</i> |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| <i>Calidad del agua</i>     | M:-3 / I:5                | M:+4 / I:6                        |
| <i>Calidad del aire</i>     | M:-3 / I:4                | M:+2 / I:3                        |
| <i>Ruido</i>                | M:-3 / I:4                | M:+1 / I:2                        |
| <i>Suelo</i>                | M:-4 / I:6                | M:+5 / I:6                        |
| <i>Flora</i>                | M:-2 / I:4                | M:+4 / I:6                        |

|                       |            |            |
|-----------------------|------------|------------|
| <i>Fauna</i>          | M:-2 / I:3 | M:+3 / I:4 |
| <i>Salud humana</i>   | M:-1 / I:3 | M:+2 / I:4 |
| <i>Economía local</i> | M:-1 / I:3 | M:+2 / I:4 |

En la etapa de cierre, la magnitud de los impactos en su mayoría es positivo.

**Tabla 43**

*Valoración de IA para las actividades del proyecto*

| <b>Componente ambiental</b>              | <b>Calidad del agua</b> | <b>Calidad del aire</b> | <b>Ruido</b> | <b>Suelo</b> | <b>Flora</b> | <b>Fauna</b> | <b>Salud</b> | <b>Economía local</b> |
|------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| <b>Actividad</b>                         |                         |                         |              |              |              |              |              |                       |
| <b>Levantamiento topográfico</b>         | -1,41                   | -1,41                   | -1,41        | -1,73        | -1,41        | -1,4         | 0            | 2,83                  |
| <b>Diseño de alternativas</b>            | 0                       | 0                       | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 3,87                  |
| <b>Trámites ambientales</b>              | 0                       | 0                       | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 1,73                  |
| <b>Trazado y replanteo</b>               | -1,73                   | -5,48                   | -5,91        | -6,92        | -7           | -5,5         | -3,87        | 6,48                  |
| <b>Excavación</b>                        | -5,29                   | -5,48                   | -5,92        | -7,35        | -7,48        | -5,9         | -4,24        | 6,93                  |
| <b>Movimiento de tierras</b>             | -5,92                   | -6                      | -6           | -7           | -6           | -4,5         | -4,9         | 6,48                  |
| <b>Instalación de tuberías</b>           | -6,93                   | -3,87                   | -4,47        | -3,87        | -3,46        | -2,8         | -3,87        | 5,48                  |
| <b>Construcción de cámaras/sumideros</b> | -4,9                    | -3,87                   | -4,47        | -4,9         | -2,45        | -1,7         | -2,83        | 5,48                  |
| <b>Pavimentos</b>                        | -3,87                   | -3,87                   | -5,92        | -5,48        | -1           | -1,4         | -3,87        | 5,48                  |
| <b>Mantenimiento preventivo</b>          | 6,93                    | 1,41                    | 1,73         | 0            | 0            | 0            | 5,92         | 4,9                   |
| <b>Limpieza de redes y sumideros</b>     | 7,48                    | 1,41                    | -1,41        | 1,71         | 0            | 0            | 6,93         | 4,9                   |
| <b>Educación comunitaria</b>             | 3,87                    | 0                       | 0            | 0            | 1,41         | 1,41         | 3,87         | 2,83                  |

|                                        |       |       |       |      |       |      |       |       |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| <b>Retiro de tuberías y materiales</b> | -3,87 | -3,47 | -3,47 | -4,9 | -2,83 | -2,5 | -1,73 | -1,73 |
| <b>Rehabilitación del terreno</b>      | 4,9   | 2,45  | 1,41  | 5,48 | 4,9   | 3,46 | 2,83  | 2,83  |

*Nota.* Las valoraciones negativas se concentran en la etapa de construcción donde se deben emplear acciones de prevención y mitigación de impactos.

El proyecto tiene una valoración IA de 161.62 para los impactos negativos y 58.49 para impactos positivos. Los impactos negativos casi triplican los positivos por lo que es necesario establecer un plan para reducir estos impactos al medio ambiente, principalmente en la fase de construcción donde se concentra la mayor cantidad de impactos negativos.

#### **4.6 Medidas de prevención/mitigación**

En el marco del proyecto de rediseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial del Cuartel Modelo de Guayaquil, se han determinado acciones que generan impactos ambientales negativos durante las distintas fases del proyecto. En consecuencia, se plantean las siguientes medidas de prevención y mitigación orientadas a reducir significativamente la afectación al entorno físico, biótico y social.

##### **4.6.1 Medidas de prevención y mitigación en fase preliminar**

Durante la fase preliminar se ejecutan actividades como el levantamiento topográfico, el diseño de alternativas técnicas y la gestión de trámites ambientales. En esta etapa, los impactos suelen ser bajos, pero es esencial minimizar el uso de recursos y proteger la integridad del área de estudio.

Para el levantamiento topográfico, se recomienda limitar la intervención al área estrictamente necesaria, evitando la remoción de vegetación o áreas verdes del Cuartel. Se deben

emplear tecnologías no invasivas, como drones o estaciones totales, que permitan una captura precisa de datos sin afectar la flora ni la fauna. En el diseño de alternativas, se debe priorizar el uso racional de recursos naturales, seleccionando materiales que generen menor impacto ambiental en su fabricación e instalación, como el HDPE y PVC, y prever trazados que eviten cruzar zonas sensibles.

Respecto a los trámites ambientales, se deberá cumplir con lo establecido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), garantizando la obtención de las autorizaciones correspondientes, tales como el registro ambiental o la licencia respectiva, conforme lo indica el TULSMA (MAATE, 2020).

#### **4.6.2 Medidas de prevención y mitigación en fase de construcción**

La fase de construcción representa la etapa de mayor generación de impactos, por lo que se deberán aplicar estrictas medidas de prevención y mitigación durante las actividades de trazado y replanteo, excavación, movimiento de tierras, instalación de tuberías, construcción de cámaras y sumideros y reposición de pavimentos.

En el trazado y replanteo, se debe delimitar físicamente la zona de intervención con señalética apropiada para evitar afectaciones fuera del área del proyecto.

Durante la excavación y el movimiento de tierras, es fundamental implementar medidas de control de erosión y polvo mediante el riego periódico, uso de lonas sobre pilas de suelo, y construcción de canales de desvío pluvial si es necesario. Así mismo, se recomienda clasificar los materiales excavados para su eventual reutilización como relleno estructural, reduciendo la extracción de recursos nuevos.

La instalación de tuberías debe seguir procedimientos técnicos que aseguren una conexión hermética, evitando filtraciones de aguas servidas al entorno. Para ello, se deben realizar pruebas de presión y estanqueidad en cada tramo instalado, minimizando riesgos de contaminación del subsuelo y mantos freáticos, la termofusión en la implementación de HDPE

es una solución segura para evitar impactos en el suelo. En la construcción de cámaras y sumideros, se deberá evitar el vertido de materiales como cemento o aditivos en los canales naturales o sistemas pluviales existentes.

En cuanto a la colocación de pavimentos, es importante controlar los residuos sólidos generados, realizar una correcta compactación y evitar derrames de combustibles y lubricantes que puedan contaminar el suelo.

Durante toda esta etapa, se recomienda realizar monitoreos de calidad del aire (material particulado PM10) y ruido ambiental, especialmente en zonas donde haya presencia de personal operativo y en áreas cercanas a zonas sensibles como oficinas.

#### **4.6.3 Medidas de prevención y mitigación en fase de mantenimiento**

Las actividades operativas incluyen el mantenimiento preventivo, la limpieza de redes y sumideros, así como la educación comunitaria orientada al buen uso del sistema.

En el mantenimiento preventivo se deberá seguir un plan programado que permita detectar y corregir fallas antes de que generen impactos significativos. Las limpiezas periódicas de redes deben realizarse con equipos que no introduzcan residuos peligrosos en el sistema, y los desechos extraídos deben clasificarse y transportarse hacia sitios autorizados por el GAD municipal.

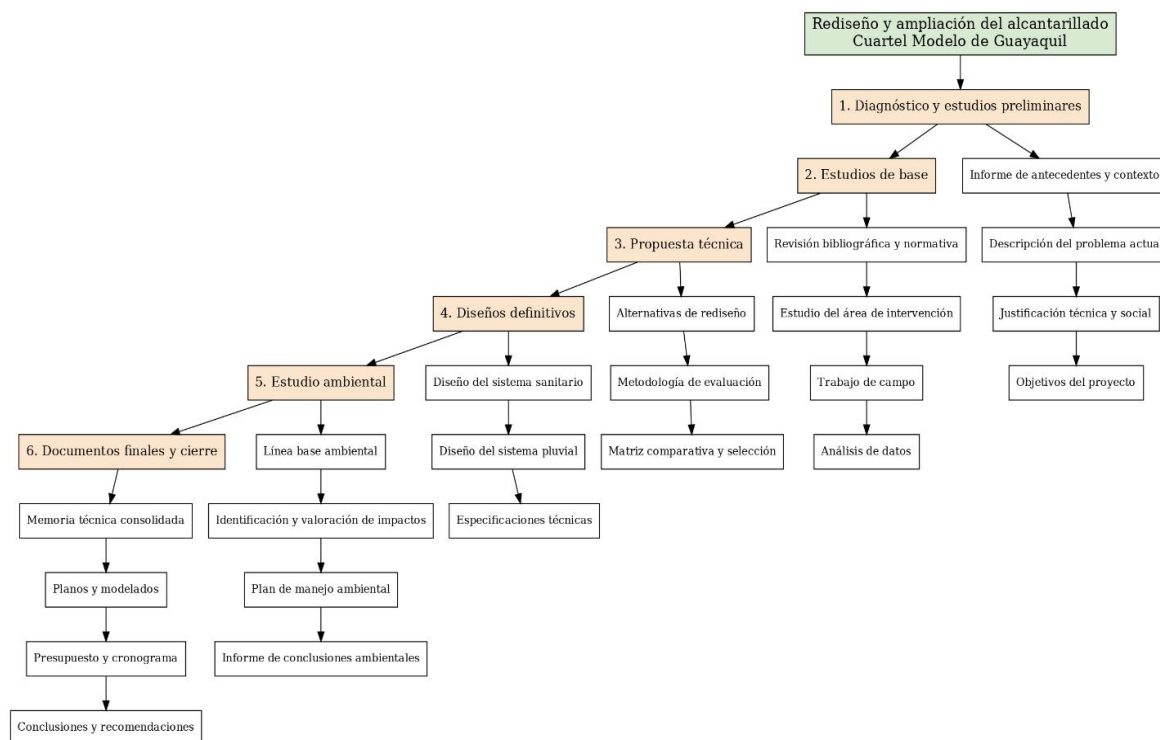
La educación comunitaria resulta esencial para fortalecer la corresponsabilidad de los usuarios en el cuidado del sistema. Se recomienda implementar campañas informativas sobre la disposición adecuada de residuos sólidos, evitando su ingreso a la red pluvial, así como sobre el reporte oportuno de daños o taponamientos. Este enfoque participativo contribuye a la sostenibilidad operativa del sistema y reduce el riesgo de impactos derivados del mal uso de la infraestructura.

## **Capítulo 5**

## 5. PRESUPUESTO

### 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

La estructura se presenta mediante el siguiente organigrama en el que se detallan las dependencias y sub-dependencias del proyecto.



### 5.2 Especificaciones Técnicas

#### 5.2.1 Trazado y replanteo (m<sup>2</sup>)

Descripción:

Actividad inicial que asegura la correcta ubicación en el terreno de los ejes, cotas y niveles del proyecto, conforme a planos aprobados y coordenadas georreferenciadas.

Implementación:

El contratista deberá ejecutar el replanteo con equipo topográfico certificado (nivel automático, estación total o GPS diferencial).



Se colocarán estacas, jalones y marcas de cal en zonas de excavación, garantizando alineación y cotas.

Todo replanteo se ajustará a las especificaciones de la Norma INEN 2 907:2015 (Replanteo topográfico de obras civiles) y a lo dispuesto en el Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD) respecto a obras públicas municipales.

La fiscalización validará los puntos antes de iniciar excavaciones.

Método de medición:

Se medirá en m<sup>2</sup> de superficie replanteada, conforme al área de intervención establecida en planos.

Forma de pago:

El pago será al precio unitario contractual por m<sup>2</sup>, incluyendo personal técnico, equipos, insumos, señalización temporal y todo lo necesario para la correcta ejecución.

### **5.2.2 Corte y perforación de capa de pavimento rígido (m<sup>3</sup>)**

Descripción:

Demolición controlada de losas de hormigón existentes para ejecutar zanjas y conexiones del sistema de alcantarillado, evitando daños colaterales.

Implementación:

Se utilizarán cortadoras de disco diamantado para delimitar bordes y martillos neumáticos para fragmentar la losa.

El espesor y volumen demolido deberán corresponder al indicado en planos.

Se cumplirán las disposiciones de la Norma INEN 1 571:2013 (Pavimentos rígidos – Construcción y control de calidad).

Se atenderán los lineamientos de la Dirección de Obras Públicas del Municipio de Guayaquil, en relación con intervenciones en vías urbanas.

Los residuos serán cargados en volquetas y transportados a botaderos autorizados, en concordancia con la Norma INEN 2841:2015 (Gestión ambiental de residuos de construcción y demolición).

Método de medición:

Se medirá en  $m^3$ , considerando el volumen real demolido según planos y verificación de fiscalización.

Forma de pago:

El pago será al precio unitario por  $m^3$ , e incluirá cortes, demolición, carguío, transporte de escombros, permisos municipales, equipos, herramientas y seguridad industrial.

### **5.2.3 Desalojo de material con volqueta ( $m^3$ )**

Descripción:

Transporte y disposición final de material producto de excavaciones o demoliciones hacia escombreras autorizadas.

Implementación:

El carguío podrá realizarse manualmente o con maquinaria (retroexcavadora).

El transporte se ejecutará en volquetas con lona de cobertura, conforme a la Ordenanza de Gestión de Residuos de la Municipalidad de Guayaquil y al Reglamento Ambiental para Actividades de la Construcción (MAE, 2014).

Los botaderos deberán estar previamente aprobados por la autoridad ambiental y fiscalización.

Se deberá evitar la dispersión de polvo, derrames o afectación al tránsito vehicular.

Método de medición:

Se medirá en m<sup>3</sup> de material efectivamente desalojado, verificado en campo por cubicación de volúmenes excavados.

Forma de pago:

El pago se reconocerá por m<sup>3</sup> al precio contractual, incluyendo carguío, transporte, descarga, combustibles, permisos, peajes, seguridad ocupacional y gastos ambientales.

#### **5.2.4 Material de base clase I con transporte y compactación en sitio (m<sup>3</sup>)**

Descripción:

Suministro, transporte, colocación y compactación de material granular (Clase I) para la conformación de la base de apoyo de tuberías y estructuras, garantizando estabilidad y capacidad portante.

Implementación:

El material deberá provenir de canteras autorizadas, cumpliendo granulometría y límites de plasticidad establecidos en la Norma INEN 872:2016 (Materiales para bases y sub-bases granulares).

Se colocará en capas de 20 cm como máximo, extendidas uniformemente y compactadas al 95 % de la densidad Proctor Modificado, conforme a la Norma INEN 696:2014 (Métodos de compactación y control de densidad).

El transporte incluirá carga, traslado y descarga dentro del área de trabajo.

Se cumplirán los lineamientos del Código de la Construcción del Ecuador y del Municipio de Guayaquil en materia de control de calidad de materiales.

Método de medición:

Se medirá en m<sup>3</sup> de material efectivamente colocado y compactado en sitio, verificado mediante ensayos de densidad in situ.

Forma de pago:

El pago será al precio unitario por m<sup>3</sup>, e incluirá: extracción, transporte, descarga, colocación, riego de agua, compactación, ensayos de laboratorio, seguridad industrial y utilidades del contratista.

### **5.2.5 Relleno compactado con material del sitio (m<sup>3</sup>)**

Descripción:

Colocación y compactación de material producto de la excavación, siempre que sea apto para su reutilización como relleno en zanjas y áreas adyacentes.

Implementación:

El material deberá estar libre de materia orgánica, basura, raíces o partículas mayores a 75 mm.

Se extenderá en capas de máximo 20 cm, humedecidas si es necesario, y compactadas al 90–95 % Proctor Modificado según lo estipule el diseño.

Normativa aplicable: INEN 696:2014 (compactación), Reglamento Ambiental de la Construcción (MAE, 2014) para manejo de material no reutilizable.

La fiscalización determinará la aptitud del material y los sectores donde puede ser reutilizado.

Método de medición:

Se medirá en m<sup>3</sup> de material colocado y compactado en su posición definitiva, verificado por cubicaciones.

Forma de pago:

Se pagará al precio unitario por m<sup>3</sup>. Incluye selección de material, acarreo interno, nivelación, humedecimiento, compactación y pruebas de control de densidad.

#### **5.2.6 Relleno compactado con material de préstamo importado (m<sup>3</sup>)**

Descripción:

Colocación y compactación de material granular proveniente de canteras externas, cuando el material de la excavación no sea apto para relleno.

Implementación:

El material de préstamo deberá cumplir con las especificaciones de la Norma INEN 872:2016, garantizando granulometría adecuada y plasticidad baja.

Se transportará desde canteras legalmente autorizadas por el MAATE (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica).

Se extenderá en capas de máximo 20 cm, humedecidas y compactadas al 95 % de la densidad Proctor Modificado, conforme a la INEN 696:2014.

Se cumplirá además con el COOTAD, en lo referente a uso de materiales en obras municipales.

Método de medición:

Se medirá en m<sup>3</sup> de material efectivamente colocado y compactado en sitio, validado mediante ensayos de densidad.

Forma de pago:

El pago será por m<sup>3</sup>, incluyendo costos de extracción, transporte, permisos ambientales, colocación, riego, compactación, ensayos de laboratorio y utilidades.

### **5.2.7 Hormigón premezclado para pavimento rígido espesor 20 cm (m<sup>2</sup>)**

#### **Descripción:**

Colocación de losa de pavimento rígido de hormigón estructural de 20 cm de espesor, diseñado para resistir cargas de tránsito vehicular, con juntas de dilatación y acabado superficial antideslizante.

#### **Implementación:**

El hormigón deberá cumplir con la resistencia mínima de diseño ( $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ) y dosificación de acuerdo con la Norma INEN 1855:2012 (Hormigón hidráulico – Especificaciones técnicas).

El transporte será en mixer y la colocación mediante vibradores mecánicos.

El acabado superficial será con cepillado transversal para evitar deslizamiento.

Se incluirán juntas de dilatación con sellado elastomérico, conforme a la INEN 1571:2013 (Pavimentos rígidos – construcción y control de calidad).

Se respetará la normativa del Código de la Construcción del Ecuador y lineamientos de la Municipalidad de Guayaquil para obras viales.

#### **Método de medición:**

Se medirá en m<sup>2</sup> de pavimento terminado, con el espesor especificado y aceptado por fiscalización.

#### **Forma de pago:**

El pago será al precio unitario por m<sup>2</sup>, incluyendo: suministro de hormigón, aditivos, equipos, mano de obra, juntas, curado y pruebas de laboratorio como resistencia a compresión, revenimiento.

### **5.2.8 Limpieza final de obra (m²)**

Descripción:

Retiro de escombros, excedentes de materiales y residuos generados durante la ejecución de la obra, dejando el área intervenida en condiciones óptimas para su entrega.

Implementación:

Se limpiarán calzadas, aceras, pozos de revisión y todo el entorno del área de trabajo.

Los desechos deberán manejarse conforme a la Norma INEN 2841:2015 (Gestión de residuos de construcción y demolición) y la Ordenanza de Aseo y Ornato del Municipio de Guayaquil.

Se utilizará agua a presión cuando sea necesario para la limpieza final de superficies pavimentadas.

Método de medición:

Se medirá en m² de área efectivamente intervenida y entregada en condiciones de limpieza verificadas por fiscalización.

Forma de pago:

El pago se realizará al precio unitario por m², incluyendo mano de obra, equipos, recolección, transporte de residuos, permisos ambientales y disposición final.

### **5.2.9 Cama de arena para tubería espesor 10 cm (m²)**

Descripción:

Colocación de capa uniforme de arena limpia de 10 cm de espesor en la base de las zanjales, destinada al asiento y protección de tuberías PVC.

Implementación:

La arena deberá ser natural, limpia, sin finos plásticos ni materia orgánica, cumpliendo con la Norma INEN 2517:2012 (Agregados para uso en construcción).

Se extenderá y nivelará manualmente, compactada con pisón manual o plancha vibratoria ligera.

La fiscalización verificará granulometría y espesor de la cama de apoyo.

Método de medición:

Se medirá en m<sup>2</sup> de cama de arena colocada con el espesor especificado, conforme a planos y verificación in situ.

Forma de pago:

El pago se hará al precio unitario por m<sup>2</sup>, incluyendo suministro de arena, acarreo interno, colocación, nivelación, humedecimiento y compactación.

#### **5.2.10 Suministro e instalación de tubería PVC Novafort 335 mm (m)**

Descripción:

Incluye la provisión, transporte e instalación de tubería de PVC estructurado Novafort de 335 mm de diámetro, destinada a redes de alcantarillado sanitario y pluvial, cumpliendo requisitos de resistencia hidráulica y mecánica.

Implementación:

La instalación se realizará en zanjas previamente excavadas y con cama de arena compactada de 10 cm. Las uniones se efectuarán mediante campana y anillo de goma, asegurando hermeticidad y correcta alineación de acuerdo con los planos del proyecto.

El proceso se ejecutará conforme a la Norma INEN 2059:2011 (Sistemas de tuberías de PVC para alcantarillado) y la ASTM D3034 (Standard Specification for Type PSM Poly(Vinyl Chloride) Sewer Pipe and Fittings).



Se efectuarán pruebas de presión y de estanqueidad siguiendo lo establecido en la ASTM F1417:2020.

Método de medición:

Se medirá en metros lineales de tubería efectivamente instalada y aprobada por la fiscalización.

Forma de pago:

El pago se realizará al precio unitario por metro lineal colocado, incluyendo suministro, transporte, instalación, accesorios, mano de obra, pruebas y disposición de excedentes de material.

#### **5.2.11 Suministro e instalación de tubería PVC Novafort 400 mm (m)**

Descripción:

Comprende la instalación de tubería PVC Novafort de 400 mm de diámetro, utilizada en colectores principales de alcantarillado para garantizar la capacidad de conducción hidráulica del sistema.

Implementación:

Las tuberías serán instaladas sobre cama de arena de espesor uniforme, con relleno lateral compactado en capas. Se cumplirán las especificaciones de la NTE INEN 2059:2011 y las normas internacionales ASTM D3034 y AASHTO M278, asegurando resistencia estructural y hermeticidad de las juntas.

Se aplicarán ensayos de hermeticidad conforme a la ASTM F1417, utilizando el método de aire a baja presión o vacío según lo requiera el diseño.

Método de medición:

La medición se realizará en metros lineales de tubería instalada, conforme a planos y verificación de la fiscalización.

Forma de pago:

Se pagará al precio unitario por metro lineal, incluyendo costos de suministro, transporte, instalación, accesorios, pruebas y demás actividades complementarias necesarias.

#### **5.2.12 Suministro e instalación de tubería PVC Novafort 440 mm (m)**

Descripción:

Consiste en el suministro e instalación de tubería PVC Novafort de 440 mm de diámetro, destinada a colectores de gran capacidad en redes de alcantarillado, garantizando durabilidad y resistencia estructural frente a cargas externas.

Implementación:

La instalación se efectuará sobre cama de arena nivelada y compactada, con relleno lateral granular seleccionado. Se seguirán las directrices de la ASTM D3034 y la AASHTO M278, así como lo dispuesto en la Norma Técnica Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-GC, 2015) en lo referente a excavaciones y rellenos.

Se ejecutarán pruebas hidráulicas y de hermeticidad según la ASTM F1417 para garantizar el correcto funcionamiento de la tubería antes de su recepción.

Método de medición:

Se medirá en metros lineales de tubería instalada, comprobados en obra por la supervisión.

Forma de pago:

El pago se efectuará al precio unitario por metro lineal, incluyendo suministro, transporte, manipulación, instalación, pruebas y control de calidad.

### **5.2.13 Suministro e instalación de tubería PEAD 16 mm con termofusión (m)**

#### **Descripción:**

Consiste en la provisión e instalación de tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) de 16 mm de diámetro, destinada a acometidas domiciliarias o redes auxiliares de alcantarillado, utilizando uniones por termofusión que garantizan hermeticidad y resistencia estructural.

#### **Implementación:**

La instalación se llevará a cabo mediante equipos de termofusión que aseguren uniones continuas y homogéneas, libres de defectos. Se cumplirán las especificaciones de la ISO 4427-2:2017 (Sistemas de tuberías de PEAD para suministro de agua y alcantarillado) y de la ASTM F2620 (Standard Practice for Heat Fusion Joining of Polyethylene Pipe and Fittings).

Se realizarán pruebas de presión de acuerdo con la ASTM F2164 (Standard Practice for Field Leak Testing of Polyethylene Pressure Piping Systems).

#### **Método de medición:**

La medición se realizará en metros lineales de tubería efectivamente instalada y recibida a conformidad de la fiscalización.

#### **Forma de pago:**

El pago se efectuará al precio unitario por metro lineal colocado, incluyendo tubería, transporte, termofusiones, accesorios, ensayos de presión y mano de obra.

### **5.2.14 Suministro e instalación de tubería PEAD 20 mm con termofusión (m)**

#### **Descripción:**

Incluye el suministro e instalación de tubería de PEAD de 20 mm de diámetro, utilizada en derivaciones o conexiones secundarias de redes de alcantarillado.

**Implementación:**

Las uniones se realizarán mediante termofusión a presión controlada, siguiendo la ASTM F2620 y la ISO 4427-2:2017. El tendido de tuberías cumplirá con las especificaciones de la NEC-SE-GC (2015) en cuanto a excavación y relleno de zanjas.

Se verificarán las conexiones mediante pruebas de presión y hermeticidad, conforme a la ASTM F2164.

**Método de medición:**

Se medirá en metros lineales de tubería colocada y aprobada en obra.

**Forma de pago:**

El pago se hará por metro lineal instalado, incluyendo suministro, transporte, instalación, pruebas y accesorios.

### **5.2.15 Sumidero prefabricado incluye rejilla (unidad)**

**Descripción:**

Suministro e instalación de sumideros prefabricados de hormigón armado, equipados con rejillas de hierro dúctil para la captación de aguas pluviales en calles y áreas pavimentadas.

**Implementación:**

Los sumideros se colocarán sobre base de hormigón simple y se conectarán a la red mediante tubería PVC. Cumplirán con lo establecido en la NTE INEN 1766:2010 (Elementos prefabricados de hormigón), la ASTM C478 (Standard Specification for Precast Reinforced Concrete Manhole Sections) y la EN 124:2015 (Rejillas y tapas para instalaciones en áreas de circulación).

**Método de medición:**

La medición se hará por unidad instalada y verificada en funcionamiento.

Forma de pago:

Se pagará al precio unitario por cada sumidero colocado, incluyendo prefabricado, transporte, instalación, rejilla, conexiones y acabados.

#### **5.2.16 Excavación de zanjas a máquina en tierra $h=2.75-4.00$ m ( $m^3$ )**

Descripción:

Consiste en la excavación mecánica de zanjas en terreno natural con profundidades entre 2.75 y 4.00 m, para la colocación de tuberías de alcantarillado.

Implementación:

Los trabajos se ejecutarán con retroexcavadora, garantizando la estabilidad de taludes y la seguridad del personal, conforme a la NEC-SE-GC (2015) y la normativa de seguridad de la OSHA Subpart P (Excavations). Cuando sea necesario, se colocarán entibados o sistemas de apuntalamiento.

Método de medición:

Se medirá en metros cúbicos de excavación, calculados con base en las secciones teóricas de zanja según planos aprobados.

Forma de pago:

El pago se hará al precio unitario por metro cúbico, incluyendo excavación, transporte de material a botadero autorizado y medidas de seguridad.

#### **5.2.17 Excavación de zanjas a máquina en tierra $h=0-2.75$ m ( $m^3$ )**

Descripción:

Corresponde a la excavación mecánica de zanjas en terreno natural con profundidad de 0 a 2.75 m, destinada a la instalación de redes secundarias de alcantarillado.

**Implementación:**

La excavación se realizará con equipo mecánico, siguiendo los alineamientos y pendientes de diseño. Se cumplirán las disposiciones de la NEC-SE-GC (2015) y la Ordenanza de Seguridad y Salud Ocupacional del Municipio de Guayaquil.

**Método de medición:**

Se medirá en metros cúbicos de excavación, determinados con base en las dimensiones teóricas de la zanja.

**Forma de pago:**

Se reconocerá el pago por metro cúbico excavado, incluyendo transporte a sitio de disposición autorizado y medidas de seguridad aplicadas.

**5.2.18 Pozo de revisión H.A. h= hasta 2.5 m incluye excavación, losa y tapa (unidad)**

**Descripción:**

Construcción de pozo de revisión de hormigón armado de hasta 2.5 m de altura, con losa de fondo y tapa de hierro dúctil, destinado al registro y mantenimiento de redes de alcantarillado.

**Implementación:**

Los pozos se construirán en sitio con encofrado, refuerzo y hormigonado conforme a la ASTM C478 (Concrete Manhole Sections) y al ACI 318-19 (Building Code Requirements for Structural Concrete). La tapa metálica cumplirá con la EN 124:2015.

**Método de medición:**

La medición se realizará en unidades construidas y aprobadas en obra.

**Forma de pago:**

Se reconocerá el precio unitario por cada pozo ejecutado, incluyendo excavación, hormigonado, tapa metálica y accesorios.

#### **5.2.19 Pozo de revisión H.A. h= hasta 3.5 m incluye excavación, losa y tapa (unidad)**

##### **Descripción:**

Ejecución de pozo de revisión de hormigón armado de hasta 3.5 m de altura, que incluye excavación, losa de cimentación y tapa de hierro dúctil.

##### **Implementación:**

La construcción seguirá lo establecido en la ASTM C478 y el ACI 318-19, reforzando las paredes para mayor profundidad. Se cumplirán además las medidas de seguridad para excavaciones profundas de la OSHA Subpart P.

##### **Método de medición:**

Se medirá en unidades de pozo ejecutado y recibido a satisfacción de la fiscalización.

##### **Forma de pago:**

El pago será por cada pozo construido, incluyendo materiales, excavación, mano de obra, tapa y acabados.

#### **5.2.20 Señalización con cinta de peligro (m)**

##### **Descripción:**

Colocación de cinta de peligro de alta visibilidad para delimitar las áreas de excavación y zonas de trabajo, a fin de garantizar la seguridad de peatones y trabajadores durante la ejecución de la obra.

##### **Implementación:**

La cinta de señalización se colocará en todo el perímetro de las excavaciones y frentes de trabajo, a una altura visible, cumpliendo con la Norma INEN 439:2013 (Colores y señales de seguridad en el trabajo) y las disposiciones de la OSHA 29 CFR 1926 Subparte G (Signs, Signals, and Barricades). Su mantenimiento será continuo hasta la finalización de la obra.

Método de medición:

Se medirá en metros lineales (m) de cinta instalada y en correcto estado de funcionamiento.

Forma de pago:

El pago se efectuará por metro lineal colocado, incluyendo el suministro de la cinta, instalación, mantenimiento y reposición durante toda la duración de los trabajos.

#### **5.2.21 Letrero de obra (unidad)**

Descripción:

Instalación de un letrero informativo de obra con especificaciones establecidas por el Municipio de Guayaquil, que indique el nombre del proyecto, entidad contratante, contratista, plazo de ejecución, monto y datos de supervisión.

Implementación:

El letrero deberá cumplir con la Ordenanza de Publicidad Exterior del Municipio de Guayaquil y lo estipulado en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de Obras Públicas del MTOP (2018). Será fabricado en estructura metálica con panel de lámina galvanizada pintada, asegurado contra vuelcos y colocado en sitio visible al público.

Método de medición:

Se medirá por unidad de letrero colocado y aprobado por la fiscalización.

Forma de pago:



El pago se hará por unidad instalada, incluyendo diseño, fabricación, transporte, colocación y mantenimiento hasta la finalización de la obra.

### 5.3 Rubros y análisis de precios unitarios

Los rubros de describen en la sección 5.2 y el análisis de precios unitarios de cada rubro se detalla en la sección de Anexos.

A continuación, se detallan los APUs elementales de los materiales, equipos, y mano de obra necesaria para el proyecto.

**Tabla 44**

#### *APUs - Equipos*

| No. | Descripción                          | Unidad | P. Unitario |
|-----|--------------------------------------|--------|-------------|
| 1   | Cargadora Frontal                    | Hora   | 35.20       |
| 2   | Compactador (sapo)                   | Hora   | 10.00       |
| 3   | Compactador mecánico                 | Hora   | 6.25        |
| 4   | CONCRETERA                           | HORA   | 4.80        |
| 5   | Concretera 1 saco                    | Hora   | 4.48        |
| 6   | CORTADORA AUTOP. INC. DISCO/DIAMANTE | HORA   | 8.60        |
| 7   | Máquina soldadora termofusión        | m      | 5.00        |
| 8   | Martillo neumático con compresor     | Hora   | 20.00       |
| 9   | Monitoreo de polvo                   | hora   | 40.00       |
| 10  | Retroexcavadora 75 HP                | Hora   | 35.00       |
| 11  | Rodillo compactador                  | Hora   | 30.00       |
| 12  | Rodillo vibratorio doble tambor      | Hora   | 30.00       |
| 13  | Sonómetro                            | hora   | 45.00       |
| 14  | Teodolito                            | Hora   | 6.88        |
| 15  | Vibrador                             | Hora   | 5.00        |
| 16  | Vibrador de manguera                 | Hora   | 4.06        |
| 17  | Volqueta 8m3                         | Hora   | 30.00       |

**Tabla 45**

#### *APUs - Mano de obra*

| No. | Descripción                | Unidad | P. Unitario |
|-----|----------------------------|--------|-------------|
| 1   | Albañil (ESTRUC. OCUP. D2) | Hora   | 4.28        |

|    |                                                            |      |      |
|----|------------------------------------------------------------|------|------|
| 2  | Cadenero (ESTRUC. OCUP. D2)                                | Hora | 4.28 |
| 3  | Chofer profesional licencia E (ESTRUC. OCUP. C1)           | Hora | 6.22 |
| 4  | Engrasador o abastecedor responsable (ESTRUC. OCUP. D2)    | Hora | 4.28 |
| 5  | Fierrero (ESTRUC. OCUP. D2)                                | Hora | 4.28 |
| 6  | Inspector de obra (ESTRUC. OCUP. B3)                       | Hora | 4.76 |
| 7  | Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)                         | Hora | 4.52 |
| 8  | Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. D2)              | Hora | 4.28 |
| 9  | Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1)                | Hora | 4.75 |
| 10 | Peón (ESTRUC. OCUP. E2)                                    | Hora | 4.23 |
| 11 | Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)                                 | Hora | 4.28 |
| 12 | Residente de Obra (ESTRUC. OCUP. B1)                       | Hora | 4.77 |
| 13 | Técnico electromecánico de construcción (ESTRUC. OCUP. D2) | Hora | 4.28 |
| 14 | Topógrafo (ESTRUC. OCUP. C1)                               | Hora | 4.75 |

**Tabla 46**

*APUs - Materiales*

| No. | Descripción                                        | Unidad | P. Unitario |
|-----|----------------------------------------------------|--------|-------------|
| 1   | Agua                                               | m3     | 0.85        |
| 2   | Alambre de amarre #18                              | Kg     | 1.53        |
| 3   | Anillo Caucho 1 Novafort 300mm PLASTIGAMA          | Unidad | 20.11       |
| 4   | Anillo Caucho 1 Novafort 350mm PLASTIGAMA          | Unidad | 33.94       |
| 5   | Anillo Caucho 1 Novafort 400mm PLASTIGAMA          | Unidad | 33.94       |
| 6   | Arena                                              | m3     | 13.50       |
| 7   | Arena lavada de río gruesa                         | m3     | 12.50       |
| 8   | Base Clase 1                                       | m3     | 13.00       |
| 9   | Cal viva 50 Kg                                     | Saco   | 5.97        |
| 10  | Cascajo grueso                                     | m3     | 7.50        |
| 11  | Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA | Saco   | 8.00        |
| 12  | Cinta plástica de señalización                     | m      | 0.25        |
| 13  | Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"                      | Kg     | 2.13        |
| 14  | Cuartones de encofrado                             | Unidad | 4.00        |
| 15  | H. Premezclado 240 Kg/cm2-19mm-13cm-28d HOLCIM     | m3     | 122.05      |
| 16  | Junta pavimento                                    | m2     | 1.25        |
| 17  | Letrero de obra                                    | Unidad | 45.00       |
| 19  | Piolas                                             | Global | 0.23        |
| 20  | postes de PVC y base de Hormigón                   | u      | 1.75        |
| 21  | Rejillas de sumidero HF0.40*0.33 150lbs            | Unidad | 136.40      |
| 22  | Ripio                                              | m3     | 18.00       |
| 23  | Sumidero prefabricado                              | Unidad | 22.96       |
| 24  | Tabla dura de encofrado de 0.20 m.                 | Unidad | 4.72        |
| 25  | Tiras de encofrado                                 | Unidad | 1.88        |
| 26  | Tubería HDPE 160mm                                 | m      | 37.25       |
| 27  | Tubería HDPE 200 mm                                | mL     | 40.62       |

|    |                                                |        |        |
|----|------------------------------------------------|--------|--------|
| 28 | Tubería Novafort serie 5, 300mm PLASTIGAMA     | 6m     | 191.69 |
| 29 | Tubería Novafort serie 5, 350mm PLASTIGAMA     | 6m     | 298.91 |
| 30 | Tubería Novafort serie 5, 400mm PLASTIGAMA     | 6m     | 316.24 |
| 31 | Varilla Corrugada 12 mm x 12 m - Andec DISENSA | Unidad | 10.47  |

Estos precios unitarios elementales fueron obtenidos de proyectos similares en la región.

#### 5.4 Cantidades de obra

**Tabla 47**

*Cantidades de obra*

| No. | Descripción                                                     | Unidad | Cantidad |
|-----|-----------------------------------------------------------------|--------|----------|
| 1   | Trazado y replanteo                                             | m2     | 1000,54  |
| 2   | Corte y Derrocamiento de estructura existente de hormigón       | m3     | 66,39    |
| 3   | Desalojo de material, con volqueta (transporte 10 km)           | m3     | 508,81   |
| 4   | Base Clase 1 Compactado                                         | m3     | 88,52    |
| 5   | Relleno compactado con material del sitio con maquinaria        | m3     | 444,07   |
| 6   | Relleno compactado con material de préstamo importado           | m3     | 227,92   |
|     | Pavimento para circulación vehicular, hormigón premezclado 240  |        |          |
| 7   | Kg/cm2 e= 20 cm                                                 | m2     | 88,52    |
| 8   | Limpieza final de la obra                                       | m2     | 1000,54  |
| 9   | Cama de arena e=10cm                                            | m2     | 442,6    |
| 10  | Sum e inst. tubería PVC Novafort PLus dn=335mm                  | m      | 74,95    |
| 11  | Sum e inst. tubería PVC Novafort PLus dn=400mm                  | m      | 62,89    |
| 12  | Sum e inst. tubería PVC Novafort PLus dn=440mm                  | m      | 114,37   |
| 13  | Suministro e instalación tubería HDPE 160mm con termofusión     | m      | 6,29     |
| 14  | Sumidero prefabricado calzada inc. rejilla HF                   | U      | 2        |
| 15  | Suministro e instalación de tubería HDPE 200mm con termofusión  | m      | 241,77   |
| 16  | Excavación de zanjas a máquina en tierra h=2.76-4.00m           | m3     | 55,14    |
| 17  | Excavación de zanjas a máquina en tierra h=0.00-2.75m           | m3     | 364,7    |
| 18  | Pozo de revisión H.A hasta h=2.5m Incl. Excavación, Losa y tapa | U      | 21       |
| 19  | Pozo de revisión H.A hasta h=3.5m Incl. Excavación, Losa y tapa | U      | 3        |
| 20  | Señalización con cinta de peligro                               | m      | 1000,54  |
| 21  | Letrero de obra                                                 | U      | 2        |

*Nota.* La tabla enumera los rubros con la cantidad de obra obtenida en los cálculos de volumen del diseño y las longitudes fueron obtenidas desde los planos.

**Tabla 48**

*Presupuesto referencial del proyecto*

| No. | Descripción                                                                    | Unidad | Cantidad | P. unitario | Precio total |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|--------------|
| 1   | Trazado y replanteo                                                            | m2     | 1000,54  | 3,37        | 3369,25      |
| 2   | Corte y Derrocamiento de estructura existente de hormigón                      | m3     | 66,39    | 72,17       | 4791,38      |
| 3   | Desalojo de material, con volqueta (transporte 10 km)                          | m3     | 508,81   | 11,58       | 5891,67      |
| 4   | Base Clase 1 Compactado                                                        | m3     | 88,52    | 27,26       | 2413,11      |
| 5   | Relleno compactado con material del sitio con maquinaria                       | m3     | 444,07   | 6           | 2664,54      |
| 6   | Relleno compactado con material de préstamo importado                          | m3     | 227,92   | 22,83       | 5203,29      |
| 7   | Pavimento para circulación vehicular, hormigón premezclado 240 Kg/cm2 e= 20 cm | m2     | 88,52    | 27,73       | 2454,92      |
| 8   | Limpieza final de la obra                                                      | m2     | 1000,54  | 3,77        | 3767,92      |
| 9   | Cama de arena e=10cm                                                           | m2     | 442,6    | 3,1         | 1370,93      |
| 10  | Sum e inst. tubería PVC Novafort PPlus dn=335mm                                | m      | 74,95    | 45,35       | 3399,11      |
| 11  | Sum e inst. tubería PVC Novafort PPlus dn=400mm                                | m      | 62,89    | 70,42       | 4428,79      |
| 12  | Sum e inst. tubería PVC Novafort PPlus dn=440mm                                | m      | 114,37   | 74,12       | 8476,8       |
| 13  | Suministro e inst. tubería HDPE 160mm con termofusión                          | m      | 6,29     | 51,53       | 324,11       |
| 14  | Sumidero prefabricado calzada inc. rejilla HF                                  | U      | 2        | 345,01      | 690,02       |
| 15  | Suministro e instalación de tubería HDPE 200mm con termofusión                 | m      | 241,77   | 59,32       | 14342,87     |
| 16  | Excavación de zanjas a máquina en tierra h=2.76-4.00m                          | m3     | 55,14    | 7,9         | 435,79       |
| 17  | Excavación de zanjas a máquina en tierra h=0.00-2.75m                          | m3     | 364,7    | 4,52        | 1647,32      |
| 18  | Pozo de revisión H.A hasta h=2.5m Incl. Excavación, Losa y tapa                | U      | 21       | 1248,84     | 26225,68     |
| 19  | Pozo de revisión H.A hasta h=3.5m Incl. Excavación, Losa y tapa                | U      | 3        | 1392,08     | 4176,23      |
| 20  | Señalización con cinta de peligro                                              | mL     | 1000,54  | 2,73        | 2728,06      |
| 21  | Letrero de obra                                                                | U      | 2        | 65,03       | 130,05       |

Se obtiene un presupuesto referencial para el proyecto de noventa y ocho mil novecientos treinta y uno 84/100 dólares.

El proyecto servirá a 1200 habitantes residenciales distribuidas en un área de 2.7 hectáreas. En base a esta distribución, el presupuesto referencial es de 3.66USD por metro cuadrado servido.

Una vez establecida la línea base ambiental, se debe incrementar el presupuesto destinado para los diferentes controles relacionados con los impactos ambientales.

## 5.5 Cronograma de obra

Tabla 49

*Cronograma de actividades de obra*

| No. | Actividad                                                                      | Duración<br>(días) | Semana<br>1 | Semana<br>2 | Semana<br>3 | Semana<br>4 | Semana<br>5 | Semana<br>6 | Semana<br>7 | Semana<br>8 |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | Trazado y replanteo                                                            | 42                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 2   | Corte y Derrocamiento de estructura existente de hormigón                      | 10                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 3   | Desalojo de material, con volqueta (transporte 10 km)                          | 32                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 4   | Base Clase 1 Compactado                                                        | 25                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 5   | Relleno compactado con material del sitio con maquinaria                       | 25                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 6   | Relleno compactado con material de préstamo importado                          | 25                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 7   | Pavimento para circulación vehicular, hormigón premezclado 240 Kg/cm2 e= 20 cm | 10                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 8   | Limpieza final de la obra                                                      | 60                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 9   | Cama de arena e=10cm                                                           | 42                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 10  | Sum e inst. tubería PVC Novafort PLus dn=335mm                                 | 42                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 11  | Sum e inst. tubería PVC Novafort PLus dn=400mm                                 | 42                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 12  | Sum e inst. tubería PVC Novafort PLus dn=440mm                                 | 42                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 13  | Suministro e instalación tubería HDPE 160mm con termofusión                    | 42                 |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 14  | Sumidero prefabricado calzada inc. rejilla HF                                  | 2                  |             |             |             |             |             |             |             |             |

|    |                                                                 |    |  |
|----|-----------------------------------------------------------------|----|--|
| 15 | Suministro e instalación de tubería HDPE 200mm con termofusión  | 42 |  |
| 16 | Excavación de zanjas a máquina en tierra h=2.76-4.00m           | 35 |  |
| 17 | Excavación de zanjas a máquina en tierra h=0.00-2.75m           | 35 |  |
| 18 | Pozo de revisión H.A hasta h=2.5m Incl. Excavación, Losa y tapa | 28 |  |
| 19 | Pozo de revisión H.A hasta h=3.5m Incl. Excavación, Losa y tapa | 28 |  |
| 20 | Señalización con cinta de peligro                               | 60 |  |
| 21 | Letrero de obra                                                 | 60 |  |

*Nota.* El proyecto tiene una duración aproximada de dos meses, donde la limpieza y la señalización son actividades que se realizarán cada día que dure la obra.

## **6. CAPÍTULO 6**



## 6.1 Conclusiones

El diagnóstico realizado evidenció que la red de alcantarillado sanitario y pluvial del Cuartel Modelo de Guayaquil se encuentra en estado deficiente, presentando tuberías colapsadas, sumideros obsoletos y descargas que no cumplen con la normativa vigente, lo que afecta el adecuado manejo de aguas residuales y de escorrentía.

Los caudales proyectados, tanto domésticos como pluviales, superan la capacidad de conducción de la red existente, confirmando la necesidad del rediseño para garantizar un funcionamiento hidráulico seguro.

El diseño propuesto, que incluye colectores principales y dos descargas a la red pública, cumple con los criterios de pendiente, velocidad y diámetros mínimos establecidos en la normativa ecuatoriana (NEC-SE-HS y normas INEN), asegurando condiciones de autolimpieza y eficiencia.

La propuesta de red sanitaria y pluvial separada permitirá reducir el riesgo de inundaciones, mejorar las condiciones sanitarias internas del Cuartel y aportar a la sostenibilidad del sistema urbano.

Se visualizó que los mayores impactos negativos se producen durante la fase de construcción, especialmente por actividades como el movimiento de tierras, las excavaciones y la instalación de infraestructura. Estos trabajos afectan directamente al suelo, la calidad del aire y, en menor medida, a la fauna presente en el área intervenida.

Se evidenció que las actividades en la etapa de operación y mantenimiento no representan un alto nivel de impacto si se ejecutan con un plan de manejo adecuado. Esto incluye la limpieza y monitoreo continuo de las redes, así como la concientización de los usuarios para preservar el correcto funcionamiento del sistema.

Un aspecto clave dentro del análisis fue la elección de los materiales. Se concluyó que materiales como el HDPE y el PVC son opciones eficientes que permiten una instalación segura,

reducen el riesgo de fugas o infiltraciones, y presentan una buena durabilidad, lo que a su vez disminuye los impactos a largo plazo.

Se pudo determinar que las medidas de prevención y mitigación propuestas, tales como el control del polvo, manejo adecuado de residuos y protección del suelo, son suficientes para mitigar los impactos identificados, siempre que se apliquen de forma técnica y responsable.

El proyecto no solo busca solucionar un problema técnico relacionado con el sistema de alcantarillado, sino que también contribuye al bienestar ambiental y social del sector. La intervención propuesta se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible al mejorar las condiciones de salubridad, proteger los recursos naturales y promover el desarrollo urbano sostenible.

## **6.2 Recomendaciones**

Ejecutar estudios complementarios de detalle como levantamiento de redes secundarias, ubicación exacta de unidades sanitarias, pruebas de infiltración, antes de la construcción, a fin de ajustar el diseño preliminar presentado.

Implementar un plan de mantenimiento periódico de las nuevas redes, que incluya limpieza de sumideros y cámaras, inspección de colectores y reparación de estructuras deterioradas, para prolongar la vida útil del sistema.

Coordinar con la empresa operadora, actualmente Interagua, la conexión de las descargas propuestas a los colectores públicos, garantizando compatibilidad hidráulica y cumplimiento de normativas ambientales.

Durante la fase constructiva, aplicar medidas de control ambiental y de seguridad laboral, minimizando afectaciones a las actividades internas del Cuartel y al entorno urbano inmediato.

Adicionar al presupuesto, los valores necesarios que implican el control de medidas ambientales como control de polvo y ruido además de la seguridad del personal.

## Bibliografía

Primicias. (2024, enero 12). El municipio de Guayaquil reconoce que solo trata el 60% de las aguas residuales, en medio de disputa con Ambiente.

<https://www.primicias.ec/guayaquil/municipio-tratamiento-deficitario-aguas-residuales-polemica-ministerio-ambiente-85764/>

El Comercio. (2019, enero 6). Aguas servidas, un riesgo para los ríos del país.

<https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/aguas-servidas-riesgo-rios-ecuador.html>

Veolia. (2022, septiembre 15). 165 mil beneficiados mediante el proyecto PRICAS en Guayaquil. <https://www.latinoamerica.veolia.com/es/noticias/165-mil-beneficiados-proyecto-pricas-guayaquil>

Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). (2016). Memoria Plan Nacional del Agua 2016–2035.

<https://suia.ambiente.gob.ec/files/MEMORIA%20PLAN%20NACIONAL%20DEL%20AGUA.pdf>

Naciones Unidas. (2015). Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

ONU-Hábitat. (2022). Ciudades y comunidades sostenibles: Objetivo de Desarrollo Sostenible 11. [https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/11/spanish\\_1.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/11/spanish_1.pdf)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2023). Objetivo 13: Acción por el clima. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals/climate-action>

Martínez, P., Ríos, F., & López, D. (2020). Evaluación de redes de alcantarillado en zonas de crecimiento informal. *Ingeniería y Región*, 18(2), 55-66.

OPS. (2018). Estado del saneamiento básico en América Latina. Organización Panamericana de la Salud.

Patankar, R., Mehta, S., & Bhosale, R. (2021). Urban flooding and sewer network redesign in Mumbai. *Journal of Water and Climate Change*, 12(1), 92–106.

Berliner Wasserbetriebe. (2021). Urban drainage report: Sustainable urban drainage strategy (SUDS). <https://www.bwb.de/>

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism [MLIT]. (2017). Metropolitan area outer underground discharge channel. <https://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/>

Pérez, L., & Hernández, A. (2016). *Rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario en el conjunto La Loma*. Instituto Tecnológico de Jalisco.

Sánchez, J. & Torres, M. (2018). *Evaluación técnica del rediseño del sistema de alcantarillado en la urbanización El Arenal*. Universidad de Cuenca.  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Solórzano, M. J. R. (2023). *INUNDACIONES DE GUAYAQUIL DE CARA AL CAMBIO CLIMÁTICO*. In ANALES (p. 11).

Salgado, E. (2019). *Manual técnico de topografía aplicada al diseño de redes de saneamiento*. *Revista Técnica de Ingeniería Civil*, 24(2), 115–128.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2011). Código Ecuatoriano de la Construcción: Normas técnicas de diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.  
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/codigo-ecuadoriano-de-la-construccion/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 005-1075: Redes de alcantarillado sanitario. Requisitos de diseño.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2011). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 005-9-1:2011. Abastecimiento de agua potable. Dotaciones de consumo. Quito: INEN.

World Health Organization (WHO). (2006). *Guidelines for drinking-water quality: incorporating first addendum*. Volume 1. Geneva: WHO Press.

AWWA. (2015). M55: *PE Pipe–Design and Installation*. American Water Works Association.

Chandler, R. (2013). *Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems*. McGraw-Hill.

IMTA. (2020). *Manual de diseño hidráulico de alcantarillado sanitario*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Muñoz, R., & Silva, D. (2018). Evaluación comparativa de materiales para redes de saneamiento. *Revista de Ingeniería Civil*, 22(3), 41-52.

UNI. (2017). Normativa Técnica para instalaciones de tuberías plásticas HDPE en redes sanitarias y pluviales. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

American Society of Civil Engineers. (2006). *Standard guidelines for the design of urban stormwater systems*. ASCE.

Chow, V. T. (1959). *Open-channel hydraulics*. McGraw-Hill.

Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil. (s.f.). *Manual de Diseño de Alcantarillado Sanitario y Pluvial*. EMAPAG.

Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil. (s.f.). *Reglamento Interno de Manejo de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial*. EMAPAG.

Harmon, W. G. (1918). Forecasting sewage at Toledo, Ohio. *Engineering News-Record*, 81(12), 123-125.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2008). *NTE INEN 2319: Alcantarillado sanitario. Requisitos*. Quito: INEN.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN 1531: Tuberías de PVC para alcantarillado. Requisitos*. Quito: INEN.
- Municipio de Guayaquil. (2019). *Ordenanza que regula la protección y control de la contaminación ambiental en el Cantón Guayaquil*. Guayaquil: GAD Municipal.
- Egas, K., & Roque, T. (2020). *Caracterización climática de la ciudad de Guayaquil*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2022). *Anuario meteorológico del Ecuador 2021-2022*. Quito, Ecuador.
- Copernicus. (2023). *Air Quality Monitoring and Forecasting*. Servicio de Vigilancia Atmosférica de Copernicus. Recuperado de: <https://atmosphere.copernicus.eu>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). *Informe Nacional de Calidad del Aire*. Quito, Ecuador.
- Geocimientos. (2019). *Estudios de mecánica de suelos en zonas urbanas de Guayaquil*. Consultora en Ingeniería Civil, Guayaquil, Ecuador.
- Municipalidad de Guayaquil. (2020). *Diagnóstico ambiental y urbano del cantón Guayaquil*. Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guayas. (2021). *Demarcación Hidrográfica del Guayas: Caracterización y planificación*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Quito, Ecuador.
- Castillo Chérrez, J., & Peñaloza Avilez, L. (2023). *Evaluación ambiental integral para sistemas de saneamiento urbano*. Universidad de Guayaquil.
- Mora González, F. (2014). *Evaluación del impacto ambiental utilizando la matriz de Leopold*. Revista de Ingeniería Ambiental, 22(3), 45–56.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2020). *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)*. Quito, Ecuador.

Banco Mundial. (2012). *Environmental Health and Safety Guidelines for Water and Sanitation*.

American Concrete Institute. (2019). *ACI 318-19: Building code requirements for structural concrete*. Farmington Hills, MI: ACI.

American Society for Testing and Materials. (2020). *ASTM F1417-20: Standard test method for installation acceptance of plastic gravity sewer lines using low-pressure air*. West Conshohocken, PA: ASTM International.

American Society for Testing and Materials. (2019). *ASTM F2620-19: Standard practice for heat fusion joining of polyethylene pipe and fittings*. West Conshohocken, PA: ASTM International.

American Society for Testing and Materials. (2020). *ASTM C478-20: Standard specification for circular precast reinforced concrete manhole sections*. West Conshohocken, PA: ASTM International.

American Society for Testing and Materials. (2020). *ASTM D3034-20: Standard specification for type PSM poly(vinyl chloride) (PVC) sewer pipe and fittings*. West Conshohocken, PA: ASTM International.

American Society for Testing and Materials. (2019). *ASTM F2164-19: Standard practice for field leak testing of polyethylene pressure piping systems*. West Conshohocken, PA: ASTM International.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2017). *AASHTO M278: Standard specification for Class PS46 poly(vinyl chloride) (PVC) pipe*. Washington, DC: AASHTO.

Environmental Protection Agency. (2020). *40 CFR Part 50: National primary and secondary ambient air quality standards*. Washington, DC: U.S. Government Publishing Office.



European Committee for Standardization. (2015). *EN 124: Gully tops and manhole tops for vehicular and pedestrian areas*. Brussels: CEN.

International Organization for Standardization. (2017). *ISO 4427-2: Polyethylene pipes for water supply – Part 2: Pipes*. Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2017). *ISO 1996-2: Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Determination of sound pressure levels*. Geneva: ISO.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *NTE INEN 2059: Sistemas de tuberías de PVC para alcantarillado*. Quito: INEN.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *NTE INEN 1766: Elementos prefabricados de hormigón*. Quito: INEN.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN 2266: Calidad del aire – Material particulado PM10 y PM2.5 – Métodos de medición y referencia*. Quito: INEN.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *NTE INEN 2391: Evaluación de ruido ambiental*. Quito: INEN.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN 439: Colores y señales de seguridad en el trabajo*. Quito: INEN.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). *NTE INEN 2841: Gestión de residuos de construcción y demolición*. Quito: INEN.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción – Sección general de construcción (NEC-SE-GC)*. Quito: MIDUVI.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2018). *Pliego de especificaciones técnicas generales de obras públicas*. Quito: MTOP.

Municipio de Guayaquil. (2010). *Ordenanza de aseo, ornato y gestión de residuos sólidos*. Guayaquil: Concejo Cantonal.

Municipio de Guayaquil. (2015). *Ordenanza de publicidad exterior*. Guayaquil: Concejo Cantonal.

Occupational Safety and Health Administration. (2019). *29 CFR Part 1926 Subpart P: Excavations*. Washington, DC: U.S. Department of Labor.

Occupational Safety and Health Administration. (2019). *29 CFR Part 1926 Subpart G: Signs, signals, and barricades*. Washington, DC: U.S. Department of Labor.

Servicio de Evaluación Ambiental. (2011). (s. f.). *Información línea de base de EIA*. Servicio de Evaluación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Chile.

## 7. PLANOS Y ANEXOS

Tabla 50

APU Rubro#1

|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------|
| Proyecto:                        | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | Fecha:               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| Lugar:                           | Guayas                                                       | Moneda:              | Dólares USD         |             |       |
| Actividad:                       | Trazado y replanteo                                          | Unidad:              | m2                  |             |       |
| Cantidad:                        | 1,000.54                                                     | Rendimiento/Jornada: | 100.00              |             |       |
| EQUIPO                           |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                      | CANTIDAD                                                     | TARIFA               | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                  | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Teodolito                        | 1.00                                                         | 6.88                 | 6.88                | 0.08        | 0.55  |
|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%) |                                                              |                      |                     |             | 0.05  |
| Total, maquinaria y equipos      |                                                              |                      |                     |             | 0.60  |
| MANO DE OBRA                     |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                      | CANTIDAD                                                     | JORNAL/HR            | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                  | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Cadenero (ESTRUC. OCUP. D2)      | 2.00                                                         | 4.28                 | 8.56                | 0.08        | 0.68  |
| Topógrafo (ESTRUC. OCUP. C1)     | 1.00                                                         | 4.75                 | 4.75                | 0.08        | 0.38  |
|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
| Total, mano de obra              |                                                              |                      |                     |             | 1.06  |
| MATERIALES                       |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                      | UNIDAD                                                       | CANTIDAD             | PRECIO UNIT.        | COSTO       |       |
|                                  |                                                              | A                    | B                   | C=A*B       |       |
| Cuartones de encofrado           | Unidad                                                       | 0.04                 | 4.00                | 0.16        |       |
| Pintura látex                    | galón                                                        | 0.01                 | 18.65               | 0.17        |       |
| Cal viva 50 Kg                   | Saco                                                         | 0.09                 | 5.97                | 0.54        |       |
| Tiras de encofrado               | Unidad                                                       | 0.10                 | 1.88                | 0.19        |       |

|                                           |               |                 |               |              |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|
| Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"             | Kg            | 0.03            | 2.13          | 0.06         |
| Piolas                                    | Global        | 0.09            | 0.23          | 0.02         |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
| <b>Total, materiales</b>                  |               |                 |               | 1.14         |
| <b>TRANSPORTE</b>                         |               |                 |               |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                        | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b> | <b>COSTO</b> |
|                                           |               | <b>A</b>        | <b>B</b>      | <b>C=A*B</b> |
|                                           |               |                 |               |              |
| <b>Total, Transporte</b>                  |               |                 |               | 0.00         |
| Costo directo                             |               |                 |               | 2.81         |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b> |               |                 |               |              |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)      |               |                 |               | 0.03         |
| Gastos de obra (1%)                       |               |                 |               | 0.03         |
| Financiamiento (1%)                       |               |                 |               | 0.03         |
| Pólizas y Seguros (1%)                    |               |                 |               | 0.03         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                        |               |                 |               |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)          |               |                 |               | 0.36         |
| <b>UTILIDAD</b>                           |               |                 |               |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)              |               |                 |               | 0.08         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>             |               |                 |               | <b>3.37</b>  |
| Son: <b>TRES 37/100 DÓLARES</b>           |               |                 |               |              |

**Tabla 51**

*APU Rubro #2*

|             |                                                              |                      |                     |             |       |  |
|-------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------|--|
| Proyecto:   | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | Fecha:               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |  |
| Lugar:      | Guayas                                                       | Moneda:              | Dólares USD         |             |       |  |
| Actividad : | Corte y Derrocamiento de estructura existente de hormigón    | Unidad:              | m3                  |             |       |  |
| Cantidad:   | 66.39                                                        | Rendimiento/Jornada: | 5.00                |             |       |  |
| EQUIPO      |                                                              |                      |                     |             |       |  |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD                                                     | TARIFA               | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |  |

|                                               |           |            |              |              |        |
|-----------------------------------------------|-----------|------------|--------------|--------------|--------|
|                                               | A         | B          | C=A*B        | R            | D=C*R  |
| Martillo neumático con compresor              | 1.00      | 20.00      | 20.00        | 1.60         | 32.00  |
| CORTADORA AUTOP. INC. DISCO/DIAMANTE          | 1.00      | 8.60       | 8.60         | 1.60         | 13.76  |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)              |           |            |              |              | 0.68   |
| Total, maquinaria y equipos                   |           |            |              |              | 46.44  |
| MANO DE OBRA                                  |           |            |              |              |        |
| DESCRIPCIÓN                                   | CANTIDA D | JORNAL/H R | COST O HORA  | RENDIMIENT O | COST O |
|                                               | A         | B          | C=A*B        | R            | D=C*R  |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)                       | 1.00      | 4.23       | 4.23         | 1.60         | 6.77   |
| Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. D2) | 1.00      | 4.28       | 4.28         | 1.60         | 6.85   |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
| Total, mano de obra                           |           |            |              |              | 13.62  |
| MATERIALES                                    |           |            |              |              |        |
| DESCRIPCIÓN                                   | UNIDAD    | CANTIDAD   | PRECIO UNIT. | COSTO        |        |
|                                               |           | A          | B            | C=A*B        |        |
| Agua                                          | m3        | 0.10       | 0.85         | 0.09         |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
| Total, materiales                             |           |            |              | 0.09         |        |
| TRANSPORTE                                    |           |            |              |              |        |
| DESCRIPCIÓN                                   | UNIDAD    | CANTIDAD   | TARIFA       | COSTO        |        |
|                                               |           | A          | B            | C=A*B        |        |
|                                               |           |            |              |              |        |
| Total, Transporte                             |           |            |              | 0.00         |        |
| Costo directo                                 |           |            |              | 60.14        |        |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS            |           |            |              |              |        |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)          |           |            |              | 0.60         |        |

|                                          |              |
|------------------------------------------|--------------|
| Gastos de obra (1%)                      | 0.60         |
| Financiamiento (1%)                      | 0.60         |
| Pólizas y Seguros (1%)                   | 0.60         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                       |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)         | 7.82         |
| <b>UTILIDAD</b>                          |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)             | 1.80         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>            | <b>72.17</b> |
| Son: <b>SETENTA Y DOS 17/100 DÓLARES</b> |              |

**Tabla 52**

*APU Rubro#3*

|                                                  |                                                              |                             |                     |             |       |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------|-------|
| <b>Proyecto:</b>                                 | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | <b>Fecha:</b>               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| <b>Lugar:</b>                                    | Guayas                                                       | <b>Moneda:</b>              | Dólares USD         |             |       |
| <b>Actividad:</b>                                | Desalojo de material, con volqueta (transporte 10 km)        | <b>Unidad:</b>              | m3                  |             |       |
| <b>Cantidad:</b>                                 | 508.81                                                       | <b>Rendimiento/Jornada:</b> | 40.00               |             |       |
| EQUIPO                                           |                                                              |                             |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                      | CANTIDAD                                                     | TARIFA                      | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                                  | A                                                            | B                           | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Volqueta 8m3                                     | 1.00                                                         | 30.00                       | 30.00               | 0.20        | 6.00  |
| Cargadora Frontal                                | 0.05                                                         | 35.20                       | 1.76                | 0.20        | 0.35  |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)                 |                                                              |                             |                     |             | 0.16  |
| Total, maquinaria y equipos                      |                                                              |                             |                     |             | 6.51  |
| MANO DE OBRA                                     |                                                              |                             |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                      | CANTIDAD                                                     | JORNAL/HR                   | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                                  | A                                                            | B                           | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)               | 0.10                                                         | 4.52                        | 0.45                | 0.20        | 0.09  |
| Chofer profesional licencia E (ESTRUC. OCUP. C1) | 1.00                                                         | 6.22                        | 6.22                | 0.20        | 1.24  |
| Engrasador o                                     | 1.00                                                         | 4.28                        | 4.28                | 0.20        | 0.86  |

|                                                   |        |          |                 |       |      |
|---------------------------------------------------|--------|----------|-----------------|-------|------|
| abastecedor responsable<br>(ESTRUC. OCUP. D2)     |        |          |                 |       |      |
| Operadores Equipo<br>Pesado (ESTRUC.<br>OCUP. C1) | 1.00   | 4.75     | 4.75            | 0.20  | 0.95 |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
| Total, mano de obra                               |        |          |                 |       | 3.14 |
| MATERIALES                                        |        |          |                 |       |      |
| DESCRIPCIÓN                                       | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO<br>UNIT. | COSTO |      |
|                                                   |        | A        | B               | C=A*B |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
| TRANSPORTE                                        |        |          |                 |       |      |
| DESCRIPCIÓN                                       | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA          | COSTO |      |
|                                                   |        | A        | B               | C=A*B |      |
|                                                   |        |          |                 |       |      |
| Total, Transporte                                 |        |          |                 | 0.00  |      |
| Costo directo                                     |        |          |                 | 9.65  |      |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS                |        |          |                 |       |      |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)              |        |          |                 | 0.10  |      |
| Gastos de obra (1%)                               |        |          |                 | 0.10  |      |
| Financiamiento (1%)                               |        |          |                 | 0.10  |      |
| Pólizas y Seguros (1%)                            |        |          |                 | 0.10  |      |
| IMPREVISTOS                                       |        |          |                 |       |      |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)                  |        |          |                 | 1.25  |      |
| UTILIDAD                                          |        |          |                 |       |      |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)                      |        |          |                 | 0.29  |      |
| Total, Precio Unitario                            |        |          |                 | 11.58 |      |
| Son: ONCE 58/100 DÓLARES                          |        |          |                 |       |      |

Tabla 53

APU Rubro#4

|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------|
| Proyecto:                                        | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | Fecha:               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| Lugar:                                           | Guayas                                                       | Moneda:              | Dólares USD         |             |       |
| Actividad:                                       | Base Clase 1 Compactado                                      | Unidad:              | m3                  |             |       |
| Cantidad:                                        | 88.52                                                        | Rendimiento/Jornada: | 8.00                |             |       |
| EQUIPO                                           |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                      | CANTIDAD                                                     | TARIFA               | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                                  | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Rodillo compactador                              | 0.05                                                         | 30.00                | 1.50                | 1.00        | 1.50  |
| Volqueta 8m3                                     | 0.11                                                         | 30.00                | 3.30                | 1.00        | 3.30  |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)                 |                                                              |                      |                     |             | 0.08  |
| Total, maquinaria y equipos                      |                                                              |                      |                     |             | 4.88  |
| MANO DE OBRA                                     |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                      | CANTIDAD                                                     | JORNAL/HR            | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                                  | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)                          | 0.11                                                         | 4.23                 | 0.47                | 1.00        | 0.47  |
| Residente de Obra (ESTRUC. OCUP. B1)             | 0.08                                                         | 4.77                 | 0.38                | 1.00        | 0.38  |
| Chofer profesional licencia E (ESTRUC. OCUP. C1) | 0.11                                                         | 6.22                 | 0.68                | 1.00        | 0.68  |
|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
| Total, mano de obra                              |                                                              |                      |                     |             | 1.53  |
| MATERIALES                                       |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                      | UNIDAD                                                       | CANTIDAD             | PRECIO UNIT.        | COSTO       |       |
|                                                  |                                                              | A                    | B                   | C=A*B       |       |
| Agua                                             | m3                                                           | 0.07                 | 0.85                | 0.06        |       |
| Base Clase 1                                     | m3                                                           | 1.25                 | 13.00               | 16.25       |       |
|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |



|                                           |               |                 |               |              |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
| <b>Total, materiales</b>                  |               |                 |               | 16.31        |
| <b>TRANSPORTE</b>                         |               |                 |               |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                        | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b> | <b>COSTO</b> |
|                                           |               | <b>A</b>        | <b>B</b>      | <b>C=A*B</b> |
|                                           |               |                 |               |              |
| <b>Total, Transporte</b>                  |               |                 |               | 0.00         |
| Costo directo                             |               |                 |               | 22.72        |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b> |               |                 |               |              |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)      |               |                 |               | 0.23         |
| Gastos de obra (1%)                       |               |                 |               | 0.23         |
| Financiamiento (1%)                       |               |                 |               | 0.23         |
| Pólizas y Seguros (1%)                    |               |                 |               | 0.23         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                        |               |                 |               |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)          |               |                 |               | 2.95         |
| <b>UTILIDAD</b>                           |               |                 |               |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)              |               |                 |               | 0.68         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>             |               |                 |               | <b>27.26</b> |
| Son: <b>VEINTISIETE 26/100 DÓLARES</b>    |               |                 |               |              |

**Tabla 54**

*APU Rubro#5*

|                                 |                                                              |                      |                     |             |       |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------|
| Proyecto:                       | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | Fecha:               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| Lugar:                          | Guayas                                                       | Moneda:              | Dólares USD         |             |       |
| Actividad:                      | Relleno compactado con material del sitio con maquinaria     | Unidad:              | m3                  |             |       |
| Cantidad:                       | 444.07                                                       | Rendimiento/Jornada: | 8.00                |             |       |
| EQUIPO                          |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                     | CANTIDAD                                                     | TARIFA               | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                 | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Rodillo vibratorio doble tambor | 0.03                                                         | 30.00                | 0.75                | 1.00        | 0.75  |
| Volqueta 8m3                    | 0.10                                                         | 30.00                | 3.00                | 1.00        | 3.00  |

|                                      |          |           |              |             |       |
|--------------------------------------|----------|-----------|--------------|-------------|-------|
| Retroexcavadora 75 HP                | 0.03     | 35.00     | 0.88         | 1.00        | 0.88  |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)     |          |           |              |             | 0.02  |
| Total, maquinaria y equipos          |          |           |              |             | 4.64  |
| MANO DE OBRA                         |          |           |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | CANTIDAD | JORNAL/HR | COSTO HORA   | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                      | A        | B         | C=A*B        | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)              | 0.07     | 4.23      | 0.28         | 1.00        | 0.28  |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)   | 0.02     | 4.52      | 0.08         | 1.00        | 0.08  |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Total, mano de obra                  |          |           |              |             | 0.36  |
| MATERIALES                           |          |           |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD   | CANTIDAD  | PRECIO UNIT. | COSTO       |       |
|                                      |          | A         | B            | C=A*B       |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| TRANSPORTE                           |          |           |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD   | CANTIDAD  | TARIFA       | COSTO       |       |
|                                      |          | A         | B            | C=A*B       |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Total, Transporte                    |          |           |              |             | 0.00  |
| Costo directo                        |          |           |              |             | 5.00  |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS   |          |           |              |             |       |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%) |          |           |              |             | 0.05  |
| Gastos de obra (1%)                  |          |           |              |             | 0.05  |
| Financiamiento (1%)                  |          |           |              |             | 0.05  |
| Pólizas y Seguros (1%)               |          |           |              |             | 0.05  |
| IMPREVISTOS                          |          |           |              |             |       |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)     |          |           |              |             | 0.65  |
| UTILIDAD                             |          |           |              |             |       |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)         |          |           |              |             | 0.15  |

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| <b>Total, Precio Unitario</b>   | <b>6.00</b> |
| <b>Son: SEIS 00/100 DÓLARES</b> |             |

**Tabla 55**

*APU Rubro#6*

|                                    |                                                                                |                      |                     |             |       |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------|
| Proyecto:                          | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil                   | Fecha:               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| Lugar:                             | Guayas                                                                         | Moneda:              | Dólares USD         |             |       |
| Actividad:                         | Pavimento para circulación vehicular, Hormigon premezclado 240 Kg/cm2 e= 20 cm | Unidad:              | m2                  |             |       |
| Cantidad:                          | 88.52                                                                          | Rendimiento/Jornada: | 98.40               |             |       |
| EQUIPO                             |                                                                                |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        | CANTIDAD                                                                       | TARIFA               | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                    | A                                                                              | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Vibrador de manguera               | 1.00                                                                           | 4.06                 | 4.06                | 0.08        | 0.33  |
|                                    |                                                                                |                      |                     |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)   |                                                                                |                      |                     |             | 0.10  |
| Total, maquinaria y equipos        |                                                                                |                      |                     |             | 0.43  |
| MANO DE OBRA                       |                                                                                |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        | CANTIDAD                                                                       | JORNAL/HR            | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                    | A                                                                              | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)            | 4.00                                                                           | 4.23                 | 16.92               | 0.08        | 1.38  |
| Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)         | 1.00                                                                           | 4.28                 | 4.28                | 0.08        | 0.35  |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2) | 0.50                                                                           | 4.52                 | 2.26                | 0.08        | 0.18  |
|                                    |                                                                                |                      |                     |             |       |
|                                    |                                                                                |                      |                     |             |       |
|                                    |                                                                                |                      |                     |             |       |
|                                    |                                                                                |                      |                     |             |       |
|                                    |                                                                                |                      |                     |             |       |
| Total, mano de obra                |                                                                                |                      |                     |             | 1.91  |
| MATERIALES                         |                                                                                |                      |                     |             |       |

| DESCRIPCIÓN                                    | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO        |
|------------------------------------------------|--------|----------|--------------|--------------|
|                                                |        | <b>A</b> | <b>B</b>     | <b>C=A*B</b> |
| H. Premezclado 240 Kg/cm2-19mm-13cm-28d HOLCIM | m3     | 0.16     | 122.05       | 19.53        |
| Junta pavimento                                | m2     | 1.00     | 1.25         | 1.25         |
|                                                |        |          |              |              |
|                                                |        |          |              |              |
|                                                |        |          |              |              |
|                                                |        |          |              |              |
|                                                |        |          |              |              |
|                                                |        |          |              |              |
|                                                |        |          |              |              |
|                                                |        |          |              |              |
| <b>Total, materiales</b>                       |        |          |              | 20.78        |
| <b>TRANSPORTE</b>                              |        |          |              |              |
| DESCRIPCIÓN                                    | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA       | COSTO        |
|                                                |        | <b>A</b> | <b>B</b>     | <b>C=A*B</b> |
|                                                |        |          |              |              |
| <b>Total, Transporte</b>                       |        |          |              | 0.00         |
| Costo directo                                  |        |          |              | 23.11        |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>      |        |          |              |              |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)           |        |          |              | 0.23         |
| Gastos de obra (1%)                            |        |          |              | 0.23         |
| Financiamiento (1%)                            |        |          |              | 0.23         |
| Pólizas y Seguros (1%)                         |        |          |              | 0.23         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                             |        |          |              |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)               |        |          |              | 3.00         |
| <b>UTILIDAD</b>                                |        |          |              |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)                   |        |          |              | 0.69         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>                  |        |          |              | <b>27.73</b> |
| Son: VEINTISIETE 73/100 DÓLARES                |        |          |              |              |

Tabla 56

APU Rubro#7

|                   |                                                              |                |                     |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | <b>Fecha:</b>  | 2025-08-14 17:42:51 |
| <b>Lugar:</b>     | Guayas                                                       | <b>Moneda:</b> | Dólares USD         |
| <b>Actividad:</b> | Cama de arena                                                | <b>Unidad:</b> | m2                  |

|                                    |          |                      |              |             |       |
|------------------------------------|----------|----------------------|--------------|-------------|-------|
|                                    | e=10cm   |                      |              |             |       |
| Cantidad:                          | 442.60   | Rendimiento/Jornada: | 114.29       |             |       |
| EQUIPO                             |          |                      |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        | CANTIDAD | TARIFA               | COSTO HORA   | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                    | A        | B                    | C=A*B        | R           | D=C*R |
| Compactador mecánico               | 1.00     | 6.25                 | 6.25         | 0.07        | 0.44  |
|                                    |          |                      |              |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)   |          |                      |              |             | 0.03  |
| Total, maquinaria y equipos        |          |                      |              |             | 0.47  |
| MANO DE OBRA                       |          |                      |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        | CANTIDAD | JORNAL/HR            | COSTO HORA   | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                    | A        | B                    | C=A*B        | R           | D=C*R |
| peón (ESTRUC. OCUP. E2)            | 1.00     | 4.23                 | 4.23         | 0.07        | 0.30  |
| Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)         | 1.00     | 4.28                 | 4.28         | 0.07        | 0.30  |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2) | 0.10     | 4.52                 | 0.45         | 0.07        | 0.03  |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
| Total, mano de obra                |          |                      |              |             | 0.63  |
| MATERIALES                         |          |                      |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        | UNIDAD   | CANTIDAD             | PRECIO UNIT. | COSTO       |       |
|                                    |          | A                    | B            | C=A*B       |       |
| Arena                              | m3       | 0.11                 | 13.50        | 1.49        |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
| Total, materiales                  |          |                      |              | 1.49        |       |
| TRANSPORTE                         |          |                      |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        | UNIDAD   | CANTIDAD             | TARIFA       | COSTO       |       |
|                                    |          | A                    | B            | C=A*B       |       |
|                                    |          |                      |              |             |       |
| Total, Transporte                  |          |                      |              | 0.00        |       |
| Costo directo                      |          |                      |              | 2.58        |       |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS |          |                      |              |             |       |

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%) | 0.03        |
| Gastos de obra (1%)                  | 0.03        |
| Financiamiento (1%)                  | 0.03        |
| Pólizas y Seguros (1%)               | 0.03        |
| <b>IMPREVISTOS</b>                   |             |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)     | 0.34        |
| <b>UTILIDAD</b>                      |             |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)         | 0.08        |
| <b>Total, Precio Unitario</b>        | <b>3.10</b> |
| Son: <b>TRES 10/100 DÓLARES</b>      |             |

**Tabla 57**

*APU Rubro#8*

|                                  |                                                              |                             |                     |             |       |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------|-------|
| <b>Proyecto:</b>                 | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | <b>Fecha:</b>               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| <b>Lugar:</b>                    | Guayas                                                       | <b>Moneda:</b>              | Dólares USD         |             |       |
| <b>Actividad:</b>                | Sum e inst. Tubería PVC Novafort PPlus dn=400mm              | <b>Unidad:</b>              | m                   |             |       |
| <b>Cantidad:</b>                 | 62.89                                                        | <b>Rendimiento/Jornada:</b> | 34.04               |             |       |
| EQUIPO                           |                                                              |                             |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                      | CANTIDAD                                                     | TARIFA                      | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                  | A                                                            | B                           | C=A*B               | R           | D=C*R |
|                                  |                                                              |                             |                     |             |       |
|                                  |                                                              |                             |                     |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%) |                                                              |                             |                     |             | 0.10  |
| Total, maquinaria y equipos      |                                                              |                             |                     |             | 0.10  |
| MANO DE OBRA                     |                                                              |                             |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                      | CANTIDAD                                                     | JORNAL/HR                   | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                  | A                                                            | B                           | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)          | 1.00                                                         | 4.23                        | 4.23                | 0.24        | 0.99  |
| Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)       | 1.00                                                         | 4.28                        | 4.28                | 0.24        | 1.01  |
|                                  |                                                              |                             |                     |             |       |
|                                  |                                                              |                             |                     |             |       |
|                                  |                                                              |                             |                     |             |       |

|                                                 |               |                 |                     |              |              |
|-------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|--------------|--------------|
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
| <b>Total, mano de obra</b>                      |               |                 |                     |              | 2.00         |
| <b>MATERIALES</b>                               |               |                 |                     |              |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                              | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRECIO UNIT.</b> | <b>COSTO</b> |              |
|                                                 |               | <b>A</b>        | <b>B</b>            | <b>C=A*B</b> |              |
| Anillo Caucho 1<br>Novafort 350mm<br>PLASTIGAMA | Unidad        | 0.17            | 33.94               | 5.77         |              |
| Tubería Novafort serie 5,<br>350mm PLASTIGAMA   | 6m            | 0.17            | 298.91              | 50.81        |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
| <b>Total, materiales</b>                        |               |                 |                     |              | 56.58        |
| <b>TRANSPORTE</b>                               |               |                 |                     |              |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                              | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>       | <b>COSTO</b> |              |
|                                                 |               | <b>A</b>        | <b>B</b>            | <b>C=A*B</b> |              |
|                                                 |               |                 |                     |              |              |
| <b>Total, Transporte</b>                        |               |                 |                     |              | 0.00         |
| Costo directo                                   |               |                 |                     |              | 58.68        |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>       |               |                 |                     |              |              |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)            |               |                 |                     |              | 0.59         |
| Gastos de obra (1%)                             |               |                 |                     |              | 0.59         |
| Financiamiento (1%)                             |               |                 |                     |              | 0.59         |
| Pólizas y Seguros (1%)                          |               |                 |                     |              | 0.59         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                              |               |                 |                     |              |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)                |               |                 |                     |              | 7.63         |
| <b>UTILIDAD</b>                                 |               |                 |                     |              |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)                    |               |                 |                     |              | 1.76         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>                   |               |                 |                     |              | <b>70.42</b> |
| Son: SETENTA 42/100 DÓLARES                     |               |                 |                     |              |              |

Tabla 58

APU Rubro#9

|                                            |                                                              |                             |                     |             |       |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------|-------|
| <b>Proyecto:</b>                           | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | <b>Fecha:</b>               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| <b>Lugar:</b>                              | Guayas                                                       | <b>Moneda:</b>              | Dólares USD         |             |       |
| <b>Actividad:</b>                          | Sum e inst. Tubería PVC Novafort PLus dn=440mm               | <b>Unidad:</b>              | m                   |             |       |
| <b>Cantidad:</b>                           | 114.37                                                       | <b>Rendimiento/Jornada:</b> | 32.00               |             |       |
| EQUIPO                                     |                                                              |                             |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                | CANTIDAD                                                     | TARIFA                      | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                            | A                                                            | B                           | C=A*B               | R           | D=C*R |
|                                            |                                                              |                             |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                             |                     |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)           |                                                              |                             |                     |             | 0.11  |
| Total, maquinaria y equipos                |                                                              |                             |                     |             | 0.11  |
| MANO DE OBRA                               |                                                              |                             |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                | CANTIDAD                                                     | JORNAL/HR                   | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                            | A                                                            | B                           | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)                    | 1.00                                                         | 4.23                        | 4.23                | 0.25        | 1.06  |
| Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)                 | 1.00                                                         | 4.28                        | 4.28                | 0.25        | 1.07  |
|                                            |                                                              |                             |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                             |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                             |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                             |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                             |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                             |                     |             |       |
| Total, mano de obra                        |                                                              |                             |                     |             | 2.13  |
| MATERIALES                                 |                                                              |                             |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                | UNIDAD                                                       | CANTIDAD                    | PRECIO UNIT.        | COSTO       |       |
|                                            |                                                              | A                           | B                   | C=A*B       |       |
| Anillo Caucho 1 Novafort 400mm PLASTIGAMA  | Unidad                                                       | 0.17                        | 33.94               | 5.77        |       |
| Tubería Novafort serie 5, 400mm PLASTIGAMA | 6m                                                           | 0.17                        | 316.24              | 53.76       |       |



|                                             |               |                 |               |              |
|---------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|
|                                             |               |                 |               |              |
|                                             |               |                 |               |              |
|                                             |               |                 |               |              |
|                                             |               |                 |               |              |
|                                             |               |                 |               |              |
|                                             |               |                 |               |              |
|                                             |               |                 |               |              |
|                                             |               |                 |               |              |
| <b>Total, materiales</b>                    |               |                 |               | 59.53        |
| <b>TRANSPORTE</b>                           |               |                 |               |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b> | <b>COSTO</b> |
|                                             |               | <b>A</b>        | <b>B</b>      | <b>C=A*B</b> |
|                                             |               |                 |               |              |
| <b>Total, Transporte</b>                    |               |                 |               | 0.00         |
| Costo directo                               |               |                 |               | 61.76        |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>   |               |                 |               |              |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)        |               |                 |               | 0.62         |
| Gastos de obra (1%)                         |               |                 |               | 0.62         |
| Financiamiento (1%)                         |               |                 |               | 0.62         |
| Pólizas y Seguros (1%)                      |               |                 |               | 0.62         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                          |               |                 |               |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)            |               |                 |               | 8.03         |
| <b>UTILIDAD</b>                             |               |                 |               |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)                |               |                 |               | 1.85         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>               |               |                 |               | <b>74.12</b> |
| Son: <b>SETENTA Y CUATRO 12/100 DÓLARES</b> |               |                 |               |              |

**Tabla 59**

*APU Rubro#10*

|                   |                                                              |                             |                     |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | <b>Fecha:</b>               | 2025-08-14 17:42:51 |
| <b>Lugar:</b>     | Guayas                                                       | <b>Moneda:</b>              | Dólares USD         |
| <b>Actividad:</b> | Relleno compactado con material de préstamo importado        | <b>Unidad:</b>              | m3                  |
| <b>Cantidad:</b>  | 227.92                                                       | <b>Rendimiento/Jornada:</b> | 16.00               |
| <b>EQUIPO</b>     |                                                              |                             |                     |

| DESCRIPCIÓN                          | CANTIDAD | TARIFA    | COSTO<br>HORA   | RENDIMIENTO | COSTO |
|--------------------------------------|----------|-----------|-----------------|-------------|-------|
|                                      | A        | B         | C=A*B           | R           | D=C*R |
| Compactador mecánico                 | 1.00     | 6.25      | 6.25            | 0.50        | 3.13  |
|                                      |          |           |                 |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)     |          |           |                 |             | 0.33  |
| Total, maquinaria y equipos          |          |           |                 |             | 3.45  |
| MANO DE OBRA                         |          |           |                 |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | CANTIDAD | JORNAL/HR | COSTO<br>HORA   | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                      | A        | B         | C=A*B           | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)              | 3.00     | 4.23      | 12.69           | 0.50        | 6.35  |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)   | 0.10     | 4.52      | 0.45            | 0.50        | 0.23  |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
| Total, mano de obra                  |          |           |                 |             | 6.57  |
| MATERIALES                           |          |           |                 |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD   | CANTIDAD  | PRECIO<br>UNIT. | COSTO       |       |
|                                      |          | A         | B               | C=A*B       |       |
| Cascajo grueso                       | m3       | 1.20      | 7.50            | 9.00        |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
| Total, materiales                    |          |           |                 | 9.00        |       |
| TRANSPORTE                           |          |           |                 |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD   | CANTIDAD  | TARIFA          | COSTO       |       |
|                                      |          | A         | B               | C=A*B       |       |
|                                      |          |           |                 |             |       |
| Total, Transporte                    |          |           |                 | 0.00        |       |
| Costo directo                        |          |           |                 | 19.02       |       |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS   |          |           |                 |             |       |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%) |          |           |                 | 0.19        |       |
| Gastos de obra (1%)                  |          |           |                 | 0.19        |       |
| Financiamiento (1%)                  |          |           |                 | 0.19        |       |

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| Pólizas y Seguros (1%)               | 0.19         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                   |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)     | 2.47         |
| <b>UTILIDAD</b>                      |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)         | 0.57         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>        | <b>22.83</b> |
| Son: <b>VEINTIDÓS 83/100 DÓLARES</b> |              |

**Tabla 60**

*APU Rubro#11*

|                                    |                                                                |                             |                     |                    |              |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| <b>Proyecto:</b>                   | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil   | <b>Fecha:</b>               | 2025-08-14 17:42:51 |                    |              |
| <b>Lugar:</b>                      | Guayas                                                         | <b>Moneda:</b>              | Dólares USD         |                    |              |
| <b>Actividad:</b>                  | Suministro e instalación de tubería HDPE 200mm con termofusión | <b>Unidad:</b>              | mL                  |                    |              |
| <b>Cantidad:</b>                   | 241.77                                                         | <b>Rendimiento/Jornada:</b> | 22.86               |                    |              |
| <b>EQUIPO</b>                      |                                                                |                             |                     |                    |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                 | <b>CANTIDAD</b>                                                | <b>TARIFA</b>               | <b>COSTO HORA</b>   | <b>RENDIMIENTO</b> | <b>COSTO</b> |
|                                    | <b>A</b>                                                       | <b>B</b>                    | <b>C=A*B</b>        | <b>R</b>           | <b>D=C*R</b> |
| Máquina soldadora termofusión      | 1.00                                                           | 5.00                        | 5.00                | 0.35               | 1.75         |
|                                    |                                                                |                             |                     |                    |              |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)   |                                                                |                             |                     |                    | 0.34         |
| <b>Total, maquinaria y equipos</b> |                                                                |                             |                     |                    | 2.09         |
| <b>MANO DE OBRA</b>                |                                                                |                             |                     |                    |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                 | <b>CANTIDAD</b>                                                | <b>JORNAL/HR</b>            | <b>COSTO HORA</b>   | <b>RENDIMIENTO</b> | <b>COSTO</b> |
|                                    | <b>A</b>                                                       | <b>B</b>                    | <b>C=A*B</b>        | <b>R</b>           | <b>D=C*R</b> |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2) | 0.50                                                           | 4.52                        | 2.26                | 0.35               | 0.79         |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)            | 3.00                                                           | 4.23                        | 12.69               | 0.35               | 4.44         |
| Técnico electromecanico            | 1.00                                                           | 4.28                        | 4.28                | 0.35               | 1.50         |

|                                              |               |                 |                     |              |              |
|----------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|--------------|--------------|
| de construccion<br>(ESTRUC. OCUP. D2)        |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
| <b>Total, mano de obra</b>                   |               |                 |                     |              | <b>6.73</b>  |
| <b>MATERIALES</b>                            |               |                 |                     |              |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                           | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRECIO UNIT.</b> | <b>COSTO</b> |              |
|                                              |               | <b>A</b>        | <b>B</b>            | <b>C=A*B</b> |              |
| Tubería HDPE 200 mm                          | mL            | 1.00            | 40.62               | 40.62        |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
| <b>Total, materiales</b>                     |               |                 |                     |              | <b>40.62</b> |
| <b>TRANSPORTE</b>                            |               |                 |                     |              |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                           | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>       | <b>COSTO</b> |              |
|                                              |               | <b>A</b>        | <b>B</b>            | <b>C=A*B</b> |              |
|                                              |               |                 |                     |              |              |
| <b>Total, Transporte</b>                     |               |                 |                     |              | <b>0.00</b>  |
| Costo directo                                |               |                 |                     |              | <b>49.44</b> |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>    |               |                 |                     |              |              |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)         |               |                 |                     |              | 0.49         |
| Gastos de obra (1%)                          |               |                 |                     |              | 0.49         |
| Financiamiento (1%)                          |               |                 |                     |              | 0.49         |
| Pólizas y Seguros (1%)                       |               |                 |                     |              | 0.49         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                           |               |                 |                     |              |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)             |               |                 |                     |              | 6.43         |
| <b>UTILIDAD</b>                              |               |                 |                     |              |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)                 |               |                 |                     |              | 1.48         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>                |               |                 |                     |              | <b>59.32</b> |
| Son: <b>CINCUENTA Y NUEVE 32/100 DÓLARES</b> |               |                 |                     |              |              |

**Tabla 61**

*APU Rubro#12*

|                                                         |                                                              |                      |                     |             |       |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------|
| Proyecto:                                               | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | Fecha:               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| Lugar:                                                  | Guayas                                                       | Moneda:              | Dólares USD         |             |       |
| Actividad:                                              | Excavación de zanjas a máquina en tierra<br>h=2.76-4.00m     | Unidad:              | m3                  |             |       |
| Cantidad:                                               | 55.14                                                        | Rendimiento/Jornada: | 60.00               |             |       |
| EQUIPO                                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                             | CANTIDAD                                                     | TARIFA               | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                                         | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Retroexcavadora 75 HP                                   | 1.00                                                         | 35.00                | 35.00               | 0.13        | 4.67  |
|                                                         |                                                              |                      |                     |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)                        |                                                              |                      |                     |             | 0.09  |
| Total, maquinaria y equipos                             |                                                              |                      |                     |             | 4.76  |
| MANO DE OBRA                                            |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                             | CANTIDAD                                                     | JORNAL/HR            | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                                         | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)                                 | 1.00                                                         | 4.23                 | 4.23                | 0.13        | 0.56  |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)                      | 0.10                                                         | 4.52                 | 0.45                | 0.13        | 0.06  |
| Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1)             | 1.00                                                         | 4.75                 | 4.75                | 0.13        | 0.63  |
| Engrasador o abastecedor responsable (ESTRUC. OCUP. D2) | 1.00                                                         | 4.28                 | 4.28                | 0.13        | 0.57  |
|                                                         |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                         |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                         |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                                         |                                                              |                      |                     |             |       |
| Total, mano de obra                                     |                                                              |                      |                     |             | 1.83  |
| MATERIALES                                              |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                             | UNIDAD                                                       | CANTIDAD             | PRECIO UNIT.        | COSTO       |       |
|                                                         |                                                              | A                    | B                   | C=A*B       |       |

|                                      |        |          |        |       |
|--------------------------------------|--------|----------|--------|-------|
|                                      |        |          |        |       |
|                                      |        |          |        |       |
|                                      |        |          |        |       |
|                                      |        |          |        |       |
|                                      |        |          |        |       |
|                                      |        |          |        |       |
|                                      |        |          |        |       |
|                                      |        |          |        |       |
|                                      |        |          |        |       |
|                                      |        |          |        |       |
| TRANSPORTE                           |        |          |        |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
|                                      |        | A        | B      | C=A*B |
|                                      |        |          |        |       |
| Total, Transporte                    |        |          |        | 0.00  |
| Costo directo                        |        |          |        | 6.59  |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS   |        |          |        |       |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%) |        |          |        | 0.07  |
| Gastos de obra (1%)                  |        |          |        | 0.07  |
| Financiamiento (1%)                  |        |          |        | 0.07  |
| Pólizas y Seguros (1%)               |        |          |        | 0.07  |
| IMPREVISTOS                          |        |          |        |       |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)     |        |          |        | 0.86  |
| UTILIDAD                             |        |          |        |       |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)         |        |          |        | 0.20  |
| Total, Precio Unitario               |        |          |        | 7.90  |
| Son: SIETE 90/100 DÓLARES            |        |          |        |       |

**Tabla 62**

*APU Rubro#13*

|                  |                                                                          |                |                     |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|
| <b>Proyecto:</b> | Rediseño de<br>alcantarillado<br>en el Cuartel<br>Modelo de<br>Guayaquil | <b>Fecha:</b>  | 2025-08-14 17:42:51 |
| <b>Lugar:</b>    | Guayas                                                                   | <b>Moneda:</b> | Dólares USD         |

[illegible]

| TRANSPORTE                           |        |          |        |       |
|--------------------------------------|--------|----------|--------|-------|
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA | COSTO |
|                                      |        | A        | B      | C=A*B |
|                                      |        |          |        |       |
| Total, Transporte                    |        |          |        | 0.00  |
| Costo directo                        |        |          |        | 3.76  |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS   |        |          |        |       |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%) |        |          |        | 0.04  |
| Gastos de obra (1%)                  |        |          |        | 0.04  |
| Financiamiento (1%)                  |        |          |        | 0.04  |
| Pólizas y Seguros (1%)               |        |          |        | 0.04  |
| IMPREVISTOS                          |        |          |        |       |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)     |        |          |        | 0.49  |
| UTILIDAD                             |        |          |        |       |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)         |        |          |        | 0.11  |
| Total, Precio Unitario               |        |          |        | 4.52  |
| Son: CUATRO 52/100 DÓLARES           |        |          |        |       |

Tabla 63

APU Rubro#14

|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------|
| Proyecto:                        | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | Fecha:               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| Lugar:                           | Guayas                                                       | Moneda:              | Dólares USD         |             |       |
| Actividad:                       | Señalización con cinta de peligro                            | Unidad:              | mL                  |             |       |
| Cantidad:                        | 1,000.54                                                     | Rendimiento/Jornada: | 80.00               |             |       |
| EQUIPO                           |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                      | CANTIDAD                                                     | TARIFA               | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                  | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                  |                                                              |                      |                     |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%) |                                                              |                      |                     |             | 0.01  |
| Total, maquinaria y equipos      |                                                              |                      |                     |             | 0.01  |
| MANO DE OBRA                     |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                      | CANTIDAD                                                     | JORNAL/HR            | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                  | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |



|                                           |               |                 |                     |              |             |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|--------------|-------------|
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)                   | 0.50          | 4.23            | 2.12                | 0.10         | 0.21        |
| Residente de Obra (ESTRUC. OCUP. B1)      | 0.10          | 4.77            | 0.48                | 0.10         | 0.05        |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
| <b>Total, mano de obra</b>                |               |                 |                     |              | 0.26        |
| <b>MATERIALES</b>                         |               |                 |                     |              |             |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                        | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRECIO UNIT.</b> | <b>COSTO</b> |             |
|                                           |               | <b>A</b>        | <b>B</b>            | <b>C=A*B</b> |             |
| postes de PVC y base de Hormigón          | u             | 1.00            | 1.75                | 1.75         |             |
| Cinta plástica de señalización            | m             | 1.00            | 0.25                | 0.25         |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
|                                           |               |                 |                     |              |             |
| <b>Total, materiales</b>                  |               |                 |                     |              | 2.00        |
| <b>TRANSPORTE</b>                         |               |                 |                     |              |             |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                        | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>       | <b>COSTO</b> |             |
|                                           |               | <b>A</b>        | <b>B</b>            | <b>C=A*B</b> |             |
| <b>Total, Transporte</b>                  |               |                 |                     |              | 0.00        |
| Costo directo                             |               |                 |                     |              | 2.27        |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b> |               |                 |                     |              |             |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)      |               |                 |                     |              | 0.02        |
| Gastos de obra (1%)                       |               |                 |                     |              | 0.02        |
| Financiamiento (1%)                       |               |                 |                     |              | 0.02        |
| Pólizas y Seguros (1%)                    |               |                 |                     |              | 0.02        |
| <b>IMPREVISTOS</b>                        |               |                 |                     |              |             |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)          |               |                 |                     |              | 0.30        |
| <b>UTILIDAD</b>                           |               |                 |                     |              |             |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)              |               |                 |                     |              | 0.07        |
| <b>Total, Precio Unitario</b>             |               |                 |                     |              | <b>2.73</b> |
| <b>Son: DOS 73/100 DÓLARES</b>            |               |                 |                     |              |             |

Tabla 64

APU Rubro#15

|                                            |                                                              |                      |                     |             |       |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------|
| Proyecto:                                  | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | Fecha:               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| Lugar:                                     | Guayas                                                       | Moneda:              | Dólares USD         |             |       |
| Actividad:                                 | Sum e inst. Tubería PVC Novafort PLus dn=335mm               | Unidad:              | m                   |             |       |
| Cantidad:                                  | 74.95                                                        | Rendimiento/Jornada: | 40.00               |             |       |
| EQUIPO                                     |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                | CANTIDAD                                                     | TARIFA               | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                            | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
|                                            |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                      |                     |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)           |                                                              |                      |                     |             | 0.09  |
| Total, maquinaria y equipos                |                                                              |                      |                     |             | 0.09  |
| MANO DE OBRA                               |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                | CANTIDAD                                                     | JORNAL/HR            | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                            | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)                    | 1.00                                                         | 4.23                 | 4.23                | 0.20        | 0.85  |
| Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)                 | 1.00                                                         | 4.28                 | 4.28                | 0.20        | 0.86  |
|                                            |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                            |                                                              |                      |                     |             |       |
| Total, mano de obra                        |                                                              |                      |                     |             | 1.70  |
| MATERIALES                                 |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                                | UNIDAD                                                       | CANTIDAD             | PRECIO UNIT.        | COSTO       |       |
|                                            |                                                              | A                    | B                   | C=A*B       |       |
| Anillo Caucho 1 Novafort 300mm PLASTIGAMA  | Unidad                                                       | 0.17                 | 20.11               | 3.42        |       |
| Tubería Novafort serie 5, 300mm PLASTIGAMA | 6m                                                           | 0.17                 | 191.69              | 32.59       |       |

|                                           |               |                 |               |              |
|-------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
|                                           |               |                 |               |              |
| <b>Total, materiales</b>                  |               |                 |               | 36.01        |
| <b>TRANSPORTE</b>                         |               |                 |               |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                        | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b> | <b>COSTO</b> |
|                                           |               | <b>A</b>        | <b>B</b>      | <b>C=A*B</b> |
|                                           |               |                 |               |              |
| <b>Total, Transporte</b>                  |               |                 |               | 0.00         |
| Costo directo                             |               |                 |               | 37.79        |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b> |               |                 |               |              |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)      |               |                 |               | 0.38         |
| Gastos de obra (1%)                       |               |                 |               | 0.38         |
| Financiamiento (1%)                       |               |                 |               | 0.38         |
| Pólizas y Seguros (1%)                    |               |                 |               | 0.38         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                        |               |                 |               |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)          |               |                 |               | 4.91         |
| <b>UTILIDAD</b>                           |               |                 |               |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)              |               |                 |               | 1.13         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>             |               |                 |               | <b>45.35</b> |
| Son: CUARENTA Y CINCO 35/100 DÓLARES      |               |                 |               |              |

**Tabla 65**

*APU Rubro#16*

|                   |                                                              |                             |                     |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| <b>Proyecto:</b>  | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | <b>Fecha:</b>               | 2025-08-14 17:42:51 |
| <b>Lugar:</b>     | Guayas                                                       | <b>Moneda:</b>              | Dólares USD         |
| <b>Actividad:</b> | Suministro e inst. tubería HDPE 160mm con termofusión        | <b>Unidad:</b>              | mL                  |
| <b>Cantidad:</b>  | 6.29                                                         | <b>Rendimiento/Jornada:</b> | 22.86               |
| <b>EQUIPO</b>     |                                                              |                             |                     |

| DESCRIPCIÓN                          | CANTIDAD | TARIFA    | COSTO HORA   | RENDIMIENTO | COSTO |
|--------------------------------------|----------|-----------|--------------|-------------|-------|
|                                      | A        | B         | C=A*B        | R           | D=C*R |
| Máquina soldadora termofusión        | 1.00     | 5.00      | 5.00         | 0.35        | 1.75  |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)     |          |           |              |             | 0.19  |
| Total, maquinaria y equipos          |          |           |              |             | 1.94  |
| MANO DE OBRA                         |          |           |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | CANTIDAD | JORNAL/HR | COSTO HORA   | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                      | A        | B         | C=A*B        | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)              | 2.00     | 4.23      | 8.46         | 0.35        | 2.96  |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)   | 0.50     | 4.52      | 2.26         | 0.35        | 0.79  |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Total, mano de obra                  |          |           |              |             | 3.75  |
| MATERIALES                           |          |           |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD   | CANTIDAD  | PRECIO UNIT. | COSTO       |       |
|                                      |          | A         | B            | C=A*B       |       |
| Tubería HDPE 160mm                   | m        | 1.00      | 37.25        | 37.25       |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Total, materiales                    |          |           |              | 37.25       |       |
| TRANSPORTE                           |          |           |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD   | CANTIDAD  | TARIFA       | COSTO       |       |
|                                      |          | A         | B            | C=A*B       |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Total, Transporte                    |          |           |              | 0.00        |       |
| Costo directo                        |          |           |              | 42.94       |       |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS   |          |           |              |             |       |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%) |          |           |              | 0.43        |       |
| Gastos de obra (1%)                  |          |           |              | 0.43        |       |
| Financiamiento (1%)                  |          |           |              | 0.43        |       |

|                                            |              |
|--------------------------------------------|--------------|
| Pólizas y Seguros (1%)                     | 0.43         |
| <b>IMPREVISTOS</b>                         |              |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)           | 5.58         |
| <b>UTILIDAD</b>                            |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)               | 1.29         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>              | <b>51.53</b> |
| Son: <b>CINCUENTA Y UNO 53/100 DÓLARES</b> |              |

**Tabla 66**

*APU Rubro#17*

|                                    |                                                              |                             |                     |            |             |       |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------|-------------|-------|
| <b>Proyecto:</b>                   | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | <b>Fecha:</b>               | 2025-08-14 17:42:51 |            |             |       |
| <b>Lugar:</b>                      | Guayas                                                       | <b>Moneda:</b>              | Dólares USD         |            |             |       |
| <b>Actividad:</b>                  | Sumidero prefabricado calzada inc. rejilla HF                | <b>Unidad:</b>              | Unidad              |            |             |       |
| <b>Cantidad:</b>                   | 2.00                                                         | <b>Rendimiento/Jornada:</b> | 2.64                |            |             |       |
| EQUIPO                             |                                                              |                             |                     |            |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        |                                                              | CANTIDAD                    | TARIFA              | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                    |                                                              | A                           | B                   | C=A*B      | R           | D=C*R |
|                                    |                                                              |                             |                     |            |             |       |
|                                    |                                                              |                             |                     |            |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)   |                                                              |                             |                     |            |             | 1.36  |
| Total, maquinaria y equipos        |                                                              |                             |                     |            |             | 1.36  |
| MANO DE OBRA                       |                                                              |                             |                     |            |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        |                                                              | CANTIDAD                    | JORNAL/HR           | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                    |                                                              | A                           | B                   | C=A*B      | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)            |                                                              | 1.00                        | 4.23                | 4.23       | 3.03        | 12.82 |
| Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)         |                                                              | 1.00                        | 4.28                | 4.28       | 3.03        | 12.97 |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2) |                                                              | 0.10                        | 4.52                | 0.45       | 3.03        | 1.37  |
|                                    |                                                              |                             |                     |            |             |       |
|                                    |                                                              |                             |                     |            |             |       |
|                                    |                                                              |                             |                     |            |             |       |

|                                                    |               |                 |                     |               |
|----------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------|---------------|
|                                                    |               |                 |                     |               |
|                                                    |               |                 |                     |               |
| <b>Total, mano de obra</b>                         |               |                 |                     | 27.15         |
| <b>MATERIALES</b>                                  |               |                 |                     |               |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                                 | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRECIO UNIT.</b> | <b>COSTO</b>  |
|                                                    |               | <b>A</b>        | <b>B</b>            | <b>C=A*B</b>  |
| Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA | Saco          | 0.30            | 8.00                | 2.40          |
| Rejillas de sumidero HF0.40*0.33 150lbs            | Unidad        | 1.00            | 136.40              | 136.40        |
| Arena                                              | m3            | 0.10            | 13.50               | 1.35          |
| Agua                                               | m3            | 0.05            | 0.85                | 0.04          |
| Sumidero prefabricado                              | Unidad        | 1.00            | 22.96               | 22.96         |
| Tubería Novafort serie 5, 300mm PLASTIGAMA         | 6m            | 0.50            | 191.69              | 95.85         |
|                                                    |               |                 |                     |               |
|                                                    |               |                 |                     |               |
|                                                    |               |                 |                     |               |
|                                                    |               |                 |                     |               |
| <b>Total, materiales</b>                           |               |                 |                     | 259.00        |
| <b>TRANSPORTE</b>                                  |               |                 |                     |               |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                                 | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>       | <b>COSTO</b>  |
|                                                    |               | <b>A</b>        | <b>B</b>            | <b>C=A*B</b>  |
|                                                    |               |                 |                     |               |
| <b>Total, Transporte</b>                           |               |                 |                     | 0.00          |
| Costo directo                                      |               |                 |                     | 287.51        |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>          |               |                 |                     |               |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)               |               |                 |                     | 2.88          |
| Gastos de obra (1%)                                |               |                 |                     | 2.88          |
| Financiamiento (1%)                                |               |                 |                     | 2.88          |
| Pólizas y Seguros (1%)                             |               |                 |                     | 2.88          |
| <b>IMPREVISTOS</b>                                 |               |                 |                     |               |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)                   |               |                 |                     | 37.38         |
| <b>UTILIDAD</b>                                    |               |                 |                     |               |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)                       |               |                 |                     | 8.63          |
| <b>Total, Precio Unitario</b>                      |               |                 |                     | <b>345.01</b> |
| Son: TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO 01/100 DÓLARES   |               |                 |                     |               |

**Tabla 67**

*APU Rubro#18*

|                                    |                                                                 |                             |                     |                    |              |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| <b>Proyecto:</b>                   | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil    | <b>Fecha:</b>               | 2025-08-14 17:42:51 |                    |              |
| <b>Lugar:</b>                      | Guayas                                                          | <b>Moneda:</b>              | Dólares USD         |                    |              |
| <b>Actividad:</b>                  | Pozo de revisión H.A hasta h=2.5m Incl. Excavación, Losa y tapa | <b>Unidad:</b>              | U                   |                    |              |
| <b>Cantidad:</b>                   | 21.00                                                           | <b>Rendimiento/Jornada:</b> | 0.50                |                    |              |
| <b>EQUIPO</b>                      |                                                                 |                             |                     |                    |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                 | <b>CANTIDAD</b>                                                 | <b>TARIFA</b>               | <b>COSTO HORA</b>   | <b>RENDIMIENTO</b> | <b>COSTO</b> |
|                                    | <b>A</b>                                                        | <b>B</b>                    | <b>C=A*B</b>        | <b>R</b>           | <b>D=C*R</b> |
| Retroexcavadora 75 HP              | 0.50                                                            | 35.00                       | 17.50               | 16.00              | 280.00       |
| Vibrador                           | 0.20                                                            | 5.00                        | 1.00                | 16.00              | 16.00        |
| Compactador (sapo)                 | 0.50                                                            | 10.00                       | 5.00                | 16.00              | 80.00        |
| CONCRETERA                         | 0.50                                                            | 4.80                        | 2.40                | 16.00              | 38.40        |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)   |                                                                 |                             |                     |                    | 15.42        |
| <b>Total, maquinaria y equipos</b> |                                                                 |                             |                     |                    | 429.82       |
| <b>MANO DE OBRA</b>                |                                                                 |                             |                     |                    |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                 | <b>CANTIDAD</b>                                                 | <b>JORNAL/HR</b>            | <b>COSTO HORA</b>   | <b>RENDIMIENTO</b> | <b>COSTO</b> |
|                                    | <b>A</b>                                                        | <b>B</b>                    | <b>C=A*B</b>        | <b>R</b>           | <b>D=C*R</b> |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)            | 2.00                                                            | 4.23                        | 8.46                | 16.00              | 135.36       |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2) | 0.50                                                            | 4.52                        | 2.26                | 16.00              | 36.16        |
| Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)         | 1.00                                                            | 4.28                        | 4.28                | 16.00              | 68.48        |
| Fierrero (ESTRUC. OCUP. D2)        | 1.00                                                            | 4.28                        | 4.28                | 16.00              | 68.48        |
|                                    |                                                                 |                             |                     |                    |              |
|                                    |                                                                 |                             |                     |                    |              |
|                                    |                                                                 |                             |                     |                    |              |
|                                    |                                                                 |                             |                     |                    |              |
| <b>Total, mano de obra</b>         |                                                                 |                             |                     |                    | 308.48       |

| MATERIALES                                         |        |          |              |          |
|----------------------------------------------------|--------|----------|--------------|----------|
| DESCRIPCIÓN                                        | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO    |
|                                                    |        | A        | B            | C=A*B    |
| Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA | Saco   | 13.00    | 8.00         | 104.00   |
| Arena lavada de río gruesa                         | m3     | 1.13     | 12.50        | 14.13    |
| Agua                                               | m3     | 0.45     | 0.85         | 0.38     |
| Ripio                                              | m3     | 1.46     | 18.00        | 26.28    |
| Tabla dura de encofrado de 0.20 m.                 | Unidad | 6.00     | 4.72         | 28.32    |
| Varilla Corrugada 12 mm x 12 m - Andes DISENSA     | Unidad | 9.00     | 10.47        | 94.23    |
| Alambre de amarre #18                              | Kg     | 2.00     | 1.53         | 3.06     |
| Cuartones de encofrado                             | Unidad | 8.00     | 4.00         | 32.00    |
|                                                    |        |          |              |          |
|                                                    |        |          |              |          |
| Total, materiales                                  |        |          |              | 302.40   |
| TRANSPORTE                                         |        |          |              |          |
| DESCRIPCIÓN                                        | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA       | COSTO    |
|                                                    |        | A        | B            | C=A*B    |
|                                                    |        |          |              |          |
| Total, Transporte                                  |        |          |              | 0.00     |
| Costo directo                                      |        |          |              | 1,040.70 |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS                 |        |          |              |          |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)               |        |          |              | 10.41    |
| Gastos de obra (1%)                                |        |          |              | 10.41    |
| Financiamiento (1%)                                |        |          |              | 10.41    |
| Pólizas y Seguros (1%)                             |        |          |              | 10.41    |
| IMPREVISTOS                                        |        |          |              |          |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)                   |        |          |              | 135.29   |
| UTILIDAD                                           |        |          |              |          |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)                       |        |          |              | 31.22    |
| Total, Precio Unitario                             |        |          |              | 1,248.84 |

Tabla 68

APU Rubro#19

|                  |                            |               |                     |
|------------------|----------------------------|---------------|---------------------|
| <b>Proyecto:</b> | Rediseño de alcantarillado | <b>Fecha:</b> | 2025-08-14 17:42:51 |
|------------------|----------------------------|---------------|---------------------|



|                                                    |                                                                                |                      |                 |             |        |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|--------|
|                                                    | en el Cuartel<br>Modelo de<br>Guayaquil                                        |                      |                 |             |        |
| Lugar:                                             | Guayas                                                                         | Moneda:              | Dólares USD     |             |        |
| Actividad:                                         | Pozo de<br>revisión H.A<br>hasta h=3.5m<br>Incl.<br>Excavación,<br>Losa y tapa | Unidad:              | U               |             |        |
| Cantidad:                                          | 3.00                                                                           | Rendimiento/Jornada: | 0.50            |             |        |
| EQUIPO                                             |                                                                                |                      |                 |             |        |
| DESCRIPCIÓN                                        | CANTIDAD                                                                       | TARIFA               | COSTO<br>HORA   | RENDIMIENTO | COSTO  |
|                                                    | A                                                                              | B                    | C=A*B           | R           | D=C*R  |
| Retroexcavadora 75 HP                              | 0.50                                                                           | 35.00                | 17.50           | 16.00       | 280.00 |
| Compactador (sapo)                                 | 0.50                                                                           | 10.00                | 5.00            | 16.00       | 80.00  |
| Vibrador                                           | 0.20                                                                           | 5.00                 | 1.00            | 16.00       | 16.00  |
| Concretera 1 saco                                  | 0.50                                                                           | 4.48                 | 2.24            | 16.00       | 35.84  |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)                   |                                                                                |                      |                 |             | 15.42  |
| Total, maquinaria y equipos                        |                                                                                |                      |                 |             | 427.26 |
| MANO DE OBRA                                       |                                                                                |                      |                 |             |        |
| DESCRIPCIÓN                                        | CANTIDAD                                                                       | JORNAL/HR            | COSTO<br>HORA   | RENDIMIENTO | COSTO  |
|                                                    | A                                                                              | B                    | C=A*B           | R           | D=C*R  |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)                            | 2.00                                                                           | 4.23                 | 8.46            | 16.00       | 135.36 |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)                 | 0.50                                                                           | 4.52                 | 2.26            | 16.00       | 36.16  |
| Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)                         | 1.00                                                                           | 4.28                 | 4.28            | 16.00       | 68.48  |
| Fierrero (ESTRUC. OCUP. D2)                        | 1.00                                                                           | 4.28                 | 4.28            | 16.00       | 68.48  |
|                                                    |                                                                                |                      |                 |             |        |
|                                                    |                                                                                |                      |                 |             |        |
|                                                    |                                                                                |                      |                 |             |        |
|                                                    |                                                                                |                      |                 |             |        |
| Total, mano de obra                                |                                                                                |                      |                 |             | 308.48 |
| MATERIALES                                         |                                                                                |                      |                 |             |        |
| DESCRIPCIÓN                                        | UNIDAD                                                                         | CANTIDAD             | PRECIO<br>UNIT. | COSTO       |        |
|                                                    |                                                                                | A                    | B               | C=A*B       |        |
| Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA | Saco                                                                           | 20.00                | 8.00            | 160.00      |        |
| Arena lavada de río gruesa                         | m3                                                                             | 1.83                 | 12.50           | 22.88       |        |
| Agua                                               | m3                                                                             | 0.70                 | 0.85            | 0.60        |        |

|                                                |               |                 |               |                 |
|------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Ripio                                          | m3            | 2.35            | 18.00         | 42.30           |
| Tabla dura de encofrado de 0.20 m.             | Unidad        | 6.00            | 4.72          | 28.32           |
| Varilla Corrugada 12 mm x 12 m - ANDEC DISENSA | Unidad        | 12.00           | 10.47         | 125.64          |
| Alambre de amarre #18                          | Kg            | 3.00            | 1.53          | 4.59            |
| Cuartones de encofrado                         | Unidad        | 10.00           | 4.00          | 40.00           |
|                                                |               |                 |               |                 |
|                                                |               |                 |               |                 |
| <b>Total, materiales</b>                       |               |                 |               | 424.32          |
| <b>TRANSPORTE</b>                              |               |                 |               |                 |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                             | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b> | <b>COSTO</b>    |
|                                                |               | <b>A</b>        | <b>B</b>      | <b>C=A*B</b>    |
|                                                |               |                 |               |                 |
| <b>Total, Transporte</b>                       |               |                 |               | 0.00            |
| Costo directo                                  |               |                 |               | 1,160.06        |
| <b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>      |               |                 |               |                 |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%)           |               |                 |               | 11.60           |
| Gastos de obra (1%)                            |               |                 |               | 11.60           |
| Financiamiento (1%)                            |               |                 |               | 11.60           |
| Pólizas y Seguros (1%)                         |               |                 |               | 11.60           |
| <b>IMPREVISTOS</b>                             |               |                 |               |                 |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)               |               |                 |               | 150.81          |
| <b>UTILIDAD</b>                                |               |                 |               |                 |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)                   |               |                 |               | 34.80           |
| <b>Total, Precio Unitario</b>                  |               |                 |               | <b>1,392.08</b> |

**Tabla 69**

*APU Rubro#20*

|                   |                                                              |                             |                     |            |             |       |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------|-------------|-------|
| <b>Proyecto:</b>  | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | <b>Fecha:</b>               | 2025-08-14 17:42:51 |            |             |       |
| <b>Lugar:</b>     | Guayas                                                       | <b>Moneda:</b>              | Dólares USD         |            |             |       |
| <b>Actividad:</b> | Letrero de obra                                              | <b>Unidad:</b>              | Unidad              |            |             |       |
| <b>Cantidad:</b>  | 2.00                                                         | <b>Rendimiento/Jornada:</b> | 8.00                |            |             |       |
| EQUIPO            |                                                              |                             |                     |            |             |       |
| DESCRIPCIÓN       |                                                              | CANTIDAD                    | TARIFA              | COSTO HORA | RENDIMIENTO | COSTO |

|                                      |          |           |              |             |       |
|--------------------------------------|----------|-----------|--------------|-------------|-------|
|                                      | A        | B         | C=A*B        | R           | D=C*R |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)     |          |           |              |             | 0.44  |
| Total, maquinaria y equipos          |          |           |              |             | 0.44  |
| MANO DE OBRA                         |          |           |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | CANTIDAD | JORNAL/HR | COSTO HORA   | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                      | A        | B         | C=A*B        | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)              | 1.00     | 4.23      | 4.23         | 1.00        | 4.23  |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2)   | 1.00     | 4.52      | 4.52         | 1.00        | 4.52  |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Total, mano de obra                  |          |           |              |             | 8.75  |
| MATERIALES                           |          |           |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD   | CANTIDAD  | PRECIO UNIT. | COSTO       |       |
|                                      |          | A         | B            | C=A*B       |       |
| Letrero de obra                      | Unidad   | 1.00      | 45.00        | 45.00       |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Total, materiales                    |          |           |              | 45.00       |       |
| TRANSPORTE                           |          |           |              |             |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD   | CANTIDAD  | TARIFA       | COSTO       |       |
|                                      |          | A         | B            | C=A*B       |       |
|                                      |          |           |              |             |       |
| Total, Transporte                    |          |           |              | 0.00        |       |
| Costo directo                        |          |           |              | 54.19       |       |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS   |          |           |              |             |       |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%) |          |           |              | 0.54        |       |
| Gastos de obra (1%)                  |          |           |              | 0.54        |       |
| Financiamiento (1%)                  |          |           |              | 0.54        |       |
| Pólizas y Seguros (1%)               |          |           |              | 0.54        |       |
| IMPREVISTOS                          |          |           |              |             |       |

|                                            |              |
|--------------------------------------------|--------------|
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)           | 7.04         |
| <b>UTILIDAD</b>                            |              |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)               | 1.63         |
| <b>Total, Precio Unitario</b>              | <b>65.03</b> |
| Son: <b>SESENTA Y CINCO 03/100 DÓLARES</b> |              |

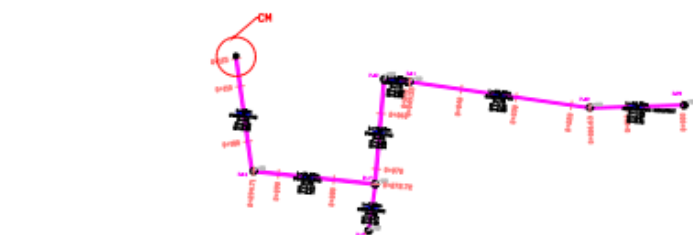
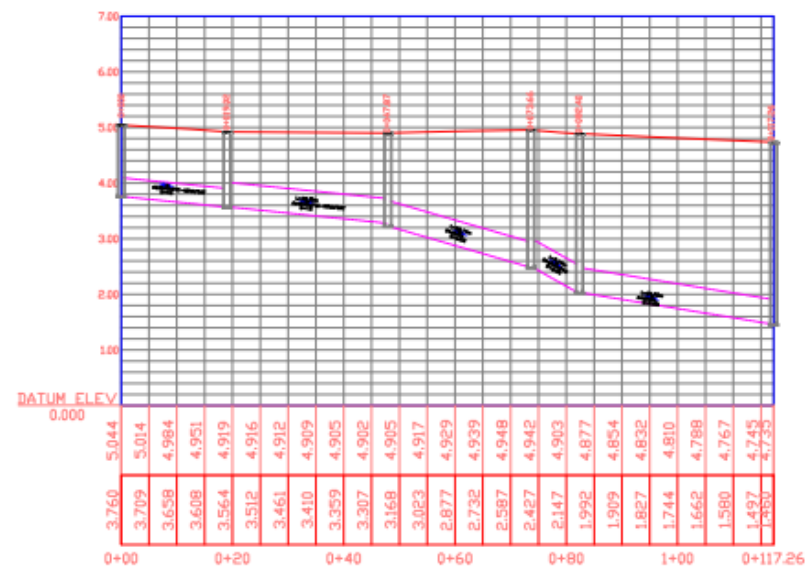
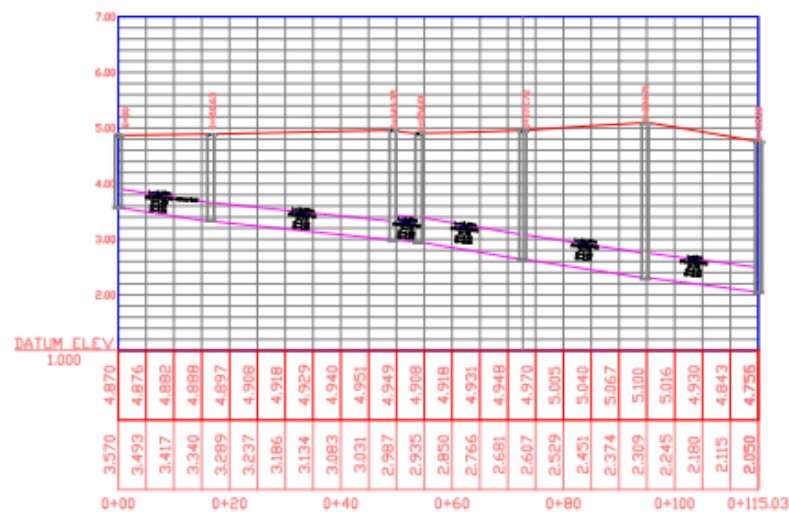
**Tabla 70**

*APU Rubro#21*

|                                    |                                                              |                      |                     |             |       |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------|-------|
| Proyecto:                          | Rediseño de alcantarillado en el Cuartel Modelo de Guayaquil | Fecha:               | 2025-08-14 17:42:51 |             |       |
| Lugar:                             | Guayas                                                       | Moneda:              | Dólares USD         |             |       |
| Actividad:                         | Limpieza final de la obra                                    | Unidad:              | m2                  |             |       |
| Cantidad:                          | 1,000.54                                                     | Rendimiento/Jornada: | 25.00               |             |       |
| EQUIPO                             |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        | CANTIDAD                                                     | TARIFA               | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                    | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
|                                    |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                    |                                                              |                      |                     |             |       |
| Herramientas Menores % M.O. (5%)   |                                                              |                      |                     |             | 0.15  |
| Total, maquinaria y equipos        |                                                              |                      |                     |             | 0.15  |
| MANO DE OBRA                       |                                                              |                      |                     |             |       |
| DESCRIPCIÓN                        | CANTIDAD                                                     | JORNAL/HR            | COSTO HORA          | RENDIMIENTO | COSTO |
|                                    | A                                                            | B                    | C=A*B               | R           | D=C*R |
| Peón (ESTRUC. OCUP. E2)            | 2.00                                                         | 4.23                 | 8.46                | 0.32        | 2.71  |
| Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)         | 0.10                                                         | 4.28                 | 0.43                | 0.32        | 0.14  |
| Maestro de Obra (ESTRUC. OCUP. C2) | 0.10                                                         | 4.52                 | 0.45                | 0.32        | 0.14  |
|                                    |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                    |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                    |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                    |                                                              |                      |                     |             |       |
|                                    |                                                              |                      |                     |             |       |
| Total, mano de obra                |                                                              |                      |                     |             | 2.99  |

| MATERIALES                           |        |          |              |       |
|--------------------------------------|--------|----------|--------------|-------|
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT. | COSTO |
|                                      |        | A        | B            | C=A*B |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
|                                      |        |          |              |       |
| TRANSPORTE                           |        |          |              |       |
| DESCRIPCIÓN                          | UNIDAD | CANTIDAD | TARIFA       | COSTO |
|                                      |        | A        | B            | C=A*B |
|                                      |        |          |              |       |
| Total, Transporte                    |        |          |              | 0.00  |
| Costo directo                        |        |          |              | 3.14  |
| GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS   |        |          |              |       |
| Gastos generales = (% de 1+2+3) (1%) |        |          |              | 0.03  |
| Gastos de obra (1%)                  |        |          |              | 0.03  |
| Financiamiento (1%)                  |        |          |              | 0.03  |
| Pólizas y Seguros (1%)               |        |          |              | 0.03  |
| IMPREVISTOS                          |        |          |              |       |
| Imprevistos = (% de 1+2+3) (13%)     |        |          |              | 0.41  |
| UTILIDAD                             |        |          |              |       |
| Utilidad = (% de 1+2+3) (3%)         |        |          |              | 0.09  |
| Total, Precio Unitario               |        |          |              | 3.77  |
| Son: TRES 77/100 DÓLARES             |        |          |              |       |

## **PLANO 1 Diseño de AALL**

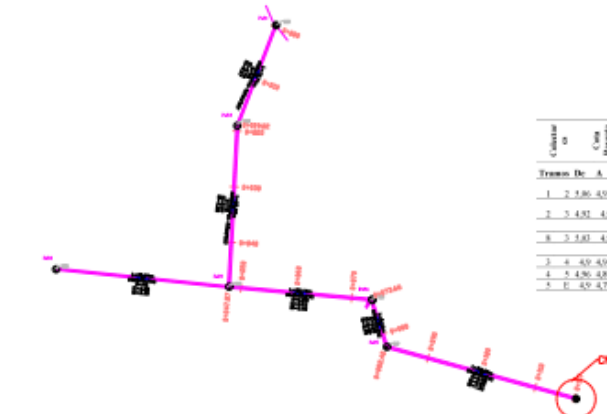


| Colector | Cota RASANTE | Cota CLAVE | Cota BASE | Cota LINDERO | Cota EMPALME | Profundidad al afluente | Profundidad al receptor |
|----------|--------------|------------|-----------|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
|----------|--------------|------------|-----------|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------|

| Tramo | De | A    | De   | A    | De    | A    | De    | A    | De    | A    | De   | A    |      |      |      |
|-------|----|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 9     | 10 | 4.87 | 4.88 | 1.85 | 3.626 | 1.53 | 3.317 | 1.71 | 3.471 | 3.00 | 3.46 | 1.80 | 1.26 | 1.04 | 1.68 |
| 10    | 11 | 4.89 | 4.96 | 1.62 | 3.296 | 1.32 | 2.689 | 1.48 | 3.159 | 3.62 | 3.64 | 1.27 | 1.66 | 1.67 | 2.08 |
| 11    | 12 | 4.96 | 4.89 | 3.14 | 3.290 | 2.00 | 2.645 | 3.22 | 3.184 | 3.64 | 3.43 | 1.62 | 1.59 | 2.07 | 2.04 |
| 12    | 13 | 4.89 | 4.96 | 1.35 | 2.612 | 2.95 | 2.625 | 1.20 | 3.029 | 3.46 | 3.34 | 1.54 | 1.80 | 2.04 | 2.16 |
| 13    | 14 | 4.87 | 4.88 | 1.85 | 3.791 | 1.57 | 3.482 | 1.67 | 3.391 | 3.75 | 3.58 | 1.10 | 1.40 | 1.54 | 1.58 |

| Cabeceiras |      |        | Diâmetro |     |       | De       | Q0 | X0          |       |
|------------|------|--------|----------|-----|-------|----------|----|-------------|-------|
| Tramos     | Long | Q d in | S        | (m) | in    | colector | in | m/s         |       |
| 9          | 10   | 16,5   | 85,44    | 1,2 | 0,289 | 8,24     | 12 | 0,30 171,24 | 2,452 |
| 10         | 11   | 32,06  | 85,44    | 1   | 0,226 | 8,80     | 12 | 0,30 173,82 | 1,978 |
| 11         | 12   | 5,08   | 141,99   | 1   | 0,141 | 11,87    | 14 | 0,35 210,91 | 2,192 |
| 12         | 13   | 18,25  | 195,99   | 1   | 0,142 | 13,46    | 16 | 0,40 361,12 | 2,906 |
| 13         | 15   | 7,88   | 26,45    | 1   | 0,161 | 6,32     | 12 | 0,30 173,82 | 1,978 |
| 14         | 14   | 21,26  | 224,41   | 1   | 0,158 | 14,11    | 16 | 0,40 361,12 | 2,906 |
| 15         | 14   | 20     | 238,85   | 1   | 0,167 | 14,46    | 16 | 0,40 361,12 | 2,906 |

TUBERÍA AALL  
 RASANTE  
 ABCISADO  
 POZO DE REVISIÓN

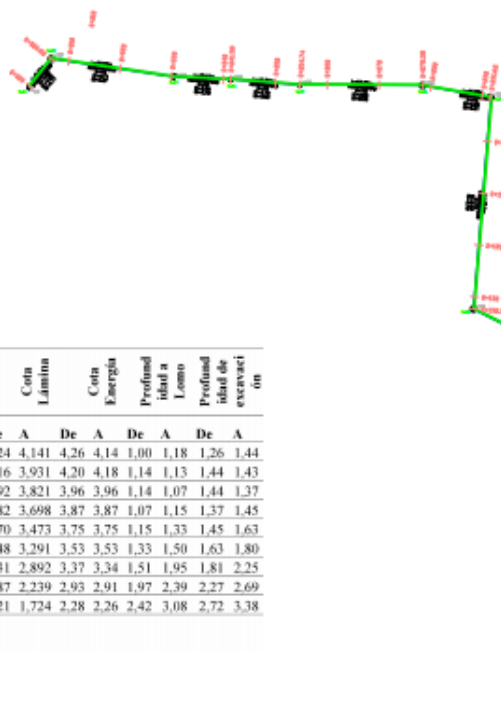
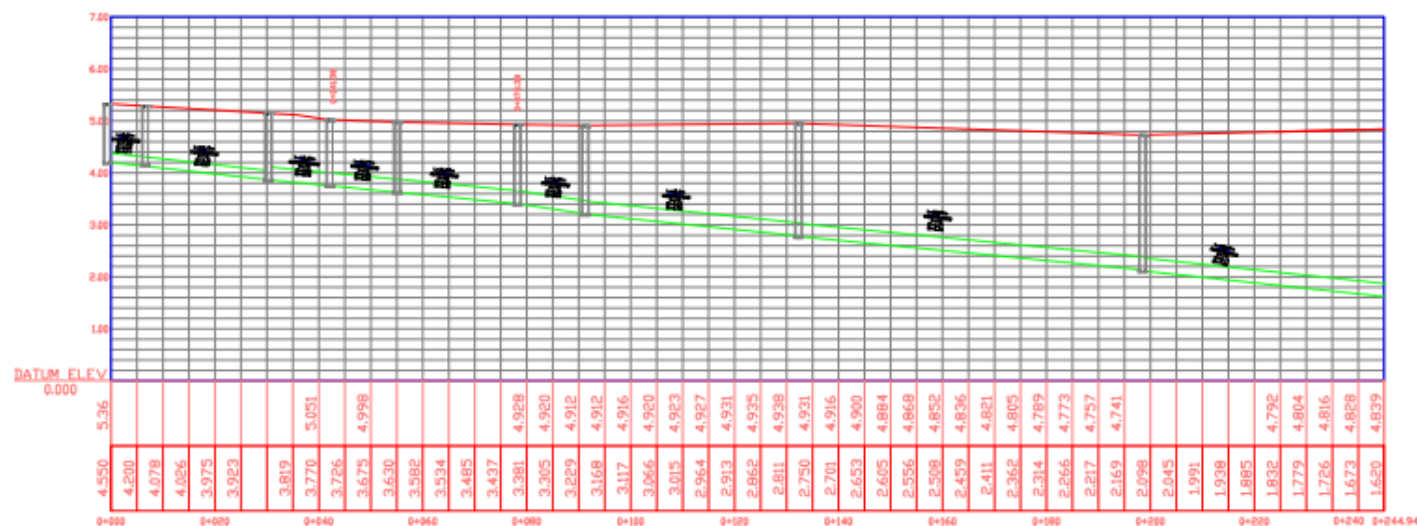


| Colectores |      |       |        | Diámetro |       | De     |       | Q0   | VB     |       |
|------------|------|-------|--------|----------|-------|--------|-------|------|--------|-------|
| Tramos     | Long | Q dis | S      | (m)      | in    | nom in | in(m) | m/s  |        |       |
| 1          | 2    | 18.71 | 52.35  | 1        | 0.208 | 8.17   | 12    | 0.30 | 139.82 | 1,978 |
| 2          | 3    | 28.3  | 64.07  | 1        | 0.224 | 8.82   | 14    | 0.35 | 210.91 | 2,192 |
| 8          | 3    | 30.61 | 113.26 | 1        | 0.277 | 10.92  | 14    | 0.35 | 210.91 | 2,192 |
| 3          | 4    | 25.14 | 197.50 | 2.5      | 0.388 | 11.32  | 16    | 0.40 | 376.11 | 3,789 |
| 4          | 5    | 8.19  | 258.86 | 2.5      | 0.318 | 12.53  | 16    | 0.40 | 376.11 | 3,789 |
| 5          | E    | 34.58 | 302.60 | 2.5      | 0.338 | 13.29  | 16    | 0.40 | 376.11 | 3,789 |

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA  
 PROYECTO: REDISEÑO DE ALCANTARILLADO EN EL CUARTEL MODELO DE QUAYAQUIL PARA SU INTERCONEXIÓN CON LA RED MUNICIPAL  
 PERFIL DE ALCANTARILLADO PLUVIAL  
 Christian Washington Zambrano Serrano  
 23 AGOSTO 2025  
 15:20  
 1:00

## **PLANO 2 Diseño de AASS**





| Colectores |          |           |       | Diámetro |       | Dc            | V0           |
|------------|----------|-----------|-------|----------|-------|---------------|--------------|
| Tramos     | Longitud | Q dis(m3) | S     | (m)      | in    | nom in int(m) | m/s          |
| 1          | 2        | 6,29      | 2,26  | 1,5      | 0,062 | 2,43          | 6 0,16 1,434 |
| 2          | 3        | 23,18     | 6,04  | 1        | 0,096 | 3,78          | 8 0,20 1,359 |
| 3          | 4        | 10,27     | 7,55  | 1        | 0,104 | 4,11          | 8 0,20 1,359 |
| 4          | 5        | 12,71     | 8,68  | 1        | 0,110 | 4,33          | 8 0,20 1,359 |
| 5          | 6        | 22,9      | 9,82  | 1        | 0,115 | 4,54          | 8 0,20 1,359 |
| 6          | 7        | 12,50     | 12,84 | 1        | 0,127 | 5,02          | 8 0,20 1,359 |
| 7          | 8        | 40,20     | 17,36 | 1        | 0,143 | 5,62          | 8 0,20 1,359 |
| 8          | 9        | 63        | 18,12 | 1        | 0,145 | 5,71          | 8 0,20 1,359 |
| 9          | CM       | 46,10     | 18,12 | 1        | 0,145 | 5,71          | 8 0,20 1,359 |

| Colectores | Cota Rasante |      | Cota Lomo |      | Cota Batea |      | Cota Laminia |      | Cota Emergia |      | Profundidad a Lomo |      | Profundidad de excavación |      |      |
|------------|--------------|------|-----------|------|------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------------|------|---------------------------|------|------|
|            | Tramos       | De   | A         | De   | A          | De   | A            | De   | A            | De   | A                  | De   | A                         | De   | A    |
| 1          | 2            | 5,36 | 5,45      | 4,36 | 4,266      | 4,20 | 4,106        | 4,24 | 4,141        | 4,26 | 4,14               | 1,00 | 1,18                      | 1,26 | 1,44 |
| 2          | 3            | 5,45 | 5,2       | 4,31 | 4,073      | 4,11 | 3,873        | 4,16 | 3,931        | 4,20 | 4,18               | 1,14 | 1,13                      | 1,44 | 1,43 |
| 3          | 4            | 5,2  | 5,03      | 4,06 | 3,956      | 3,86 | 3,756        | 3,92 | 3,821        | 3,96 | 3,96               | 1,14 | 1,07                      | 1,44 | 1,37 |
| 4          | 5            | 5,03 | 4,98      | 3,96 | 3,829      | 3,76 | 3,629        | 3,82 | 3,698        | 3,87 | 3,87               | 1,07 | 1,15                      | 1,37 | 1,45 |
| 5          | 6            | 4,98 | 4,93      | 3,83 | 3,599      | 3,63 | 3,399        | 3,70 | 3,473        | 3,75 | 3,75               | 1,15 | 1,33                      | 1,45 | 1,63 |
| 6          | 7            | 4,93 | 4,91      | 3,60 | 3,406      | 3,40 | 3,206        | 3,48 | 3,291        | 3,53 | 3,53               | 1,33 | 1,50                      | 1,63 | 1,80 |
| 7          | 8            | 4,91 | 4,94      | 3,40 | 2,991      | 3,20 | 2,791        | 3,31 | 2,892        | 3,37 | 3,34               | 1,51 | 1,95                      | 1,81 | 2,25 |
| 8          | 9            | 4,94 | 4,73      | 2,97 | 2,337      | 2,77 | 2,137        | 2,87 | 2,239        | 2,93 | 2,91               | 1,97 | 2,39                      | 2,27 | 2,69 |
| 9          | CM           | 4,73 | 4,9       | 2,31 | 1,822      | 2,11 | 1,622        | 2,21 | 1,724        | 2,28 | 2,26               | 2,42 | 3,08                      | 2,72 | 3,38 |

- TUBERIA AASS
- RASANTE
- 0+80
- ABSCISADO
- POZO DE REVISION

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: REDISEÑO DE ALCANTARILLADO EN EL CUARTEL MODELO DE GUAYAQUIL PARA SU INTERCONEXIÓN CON LA RED MUNICIPAL

CONTENIDO: PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Coordinador de Ingeniería Civil: MSc. Cristian Soto  
Estudiante: CHRISTIAN WASHINGTON ZAMBRANO SERRANO  
Fecha de Entrega: 23 AGOSTO 2023  
Escala: 1:100