

MEMORIA TÉCNICA

ALCANTARILLADO SANITARIO

PROYECTO

**REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL COMITÉ
PRO-MEJORAS BARRIO GIRASOLES EN LA CALLE PROVINCIA DE SUCUMBIOS.**

JUNIO - 2026

1 CONTENIDO

2	ANTECEDENTES:	2
3	GENERALIDADES:.....	2
4	ALCANTARILLADO SANITARIO	3
4.1	BASES DE DISEÑO.....	3
4.2	SELECCIÓN DE MATERIALES.....	6
4.3	CUADRO DE CALCULOS	11

2 ANTECEDENTES:

La calle Provincia de Sucumbíos desde la calle Zaruma hasta la calle José Martí del Comité Pro Mejoras Barrios Los Girasoles y 6 de Diciembre, de la Cooperativa Asistencia Municipal, se encuentra ubicado en el sitio de coordenadas: Longitud 705017.259, Latitud 9970659.144 (calle José Martí), y Longitud 705348.731, Latitud 9970717.232 (calle Zaruma)

La red de alcantarillado a proyectarse consiste en una red independiente, para recoger exclusivamente aguas residuales domésticos. Los diseños se basan en el capítulo Décima Parte (X) del Código Ecuatoriano de la Construcción, Parte IX, Obras Sanitarias - CO 10.07-601, "Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposiciones de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes", escogiendo el nivel de recolección de aguas No. 3.

Se realizará la descarga de aguas servidas al estero S/N, previo el tratamiento de dichas aguas residuales.

3 GENERALIDADES:

La calle Provincia de Sucumbíos desde la calle Zaruma hasta la calle José Martí del Comité Pro Mejoras Barrios Los Girasoles y 6 de Diciembre, de la Cooperativa Asistencia Municipal, se localiza en el sector noreste de la ciudad de Santo Domingo.

Datos Regionales

Región: Costa

Altitud: 545 m.s.n.m.

Cantón: Santo Domingo

Provincia: Santo Domingo de Los Tsáchilas

Descripción de la localidad

Topografía: El sector se lo podría considerar como semi ondulado con pendientes moderadas.

Clima: Cálido Subtropical

Estado actual: Los terrenos de los Barrios Los Girasoles y 6 de Diciembre, se encuentran dentro de la Cooperativa de Vivienda Asistencia Municipal que ya tiene consolidada, dando un total promedio de consolidación del 80 %; denotándose que su sistema vial no está definido, únicamente está establecido el diseño de rasantes. Que en consideración a aquel diseño existen desniveles de manera general poco pronunciados.

Población: Existe un total de 43 lotes que dan la calle Provincias de Sucumbios.

DATOS		
Simb.	Valores	Descripción
n	25 años	Periodo de diseño
r	2,23%	Indice de crecimiento
A	13228,61 m ²	Area
A	1,32 ha	Area
Pa	166,00 hab	Población actual
Pf	288,00 hab	Población futura
Dp	218 hab/ha	Densidad población
Dot	201 lts/hab/día	Dotación agua
n tub	0,011	Coeficiente de rugosidad
n col	0,015	
Vmax.	9,00 m/s	
Vmin.	0,90 m/s	Tubería llena
Vmin.	0,45 m/s	Tubería parcialmente llena
C	0,80	coeficiente de escurrimiento
Ca	1,00	

4 ALCANTARILLADO SANITARIO

4.1 BASES DE DISEÑO

Aspectos fundamentales del cálculo

La factibilidad de servicio emitida por EPMAPA indica que el proyecto está ubicado en la zona B de la sectorización general de la ciudad, e indica que las aguas servidas deben ser tratadas hasta un nivel secundario e incluir cloración, previo a ser descargadas al colector existente.

Se ha considerado la implementación de una red terciaria que conducirá las aguas servidas de las viviendas por las aceras a través de cajas de revisión cuya profundidad mínima es de 60 cm y sin exceder de 150 cm de altura y con una pendiente para las tuberías no menor al 1 %. Estas redes descargan en las esquinas hacia los pozos de revisión de la red principal mediante tirantes PVC de 220 mm y una pendiente mínima del 1 %.

Periodo de Diseño:

Se define como período de diseño al lapso de tiempo durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin ampliaciones, y en el caso de un sistema alcantarillado, éste sea capaz de suministrar un buen servicio a la comunidad durante un tiempo suficientemente largo en condiciones adecuadas de confiabilidad y economía.

En este caso, para definir el período de diseño, se ha tomado en cuenta la vida útil de los diferentes componentes del sistema y se incluye un período de implementación dedicado a la planificación, contratación de la construcción y construcción del alcantarillado, al que se sumará un período de servicio efectivo.

Los valores de tiempo que demanden las actividades previas de implementación y construcción en sí del alcantarillado, hasta la puesta en servicio del sistema, están implícitos en el valor absoluto del período de diseño final al que se ha llegado, a fin de no dilatar excesivamente este parámetro, ni sea subvalorado.

De acuerdo a lo que instauran las normas de diseño el período se establece considerando los siguientes criterios:

El período óptimo de diseño de una obra de ingeniería está una función del factor de economía de escala y de la tasa de actualización (costo de oportunidad del capital).

Dado que los componentes principales de un proyecto de alcantarillado presentan distintos factores de economía de escala, estos pueden, de considerarse justificable, dimensionarse para diferentes períodos intermedios de diseño.

Como regla general, las obras con economías de escala significativas, se diseñarán para la capacidad final del diseño, en tanto que los otros con pequeñas economías de escala se diseñarán para períodos más cortos, de ser posibles múltiplos del período final.

Para la selección del período de diseño de las obras, además de lo anotado en los numerales anteriores, se tendrá en cuenta las facilidades de ampliación y el impacto ambiental de ejecución de la obra.

Existen otros criterios que consideran que para diseño de colectores principales el período de diseño debe estar entre 25 y 30 años, debido a los costos de inversión de las obras, para redes de recolección convencional 20 años, para plantas de tratamiento de 25 a 30 años por los costos y para estaciones de bombeo o electromecánicas en función de la vida útil de los equipos.

Debido a la situación económica del país y a la dificultad de financiamiento en las obras difícilmente estas se pueden ejecutar por etapas, ya que se corre el riesgo de que estas no se culminen o queden inconclusas por lo que se diseñará considerando la vida útil de los materiales esto es: para el diseño de redes de recolección se tomará 25 años de vida útil, para los tratamientos 20 años y para las estaciones elevadoras y equipos electromecánicos 10 años, por lo que serán dimensionados en dos etapas.

Para el planteamiento de las alternativas se utilizará como periodo de diseño el final, esto es 20 años.

Período de diseño adoptado = n = 25 años

Zonificación:

La zonificación actual será la misma que en el futuro. Esta se ha trazado tomando en cuenta aportaciones análogas entre tramos, por la naturaleza de la utilización de suelo en el lugar.

Además, cabe señalar que la zonificación como la densidad poblacional influirá solamente en el caudal de infiltración ya que en este caso se considera un caudal por unidad de superficie.

La densidad poblacional no es tomada en cuenta en el cálculo de las poblaciones parciales por cuanto tenemos el número exacto de los lotes por tramo.

Caudales de Diseño:

Las aguas para evacuar por el sistema de alcantarillado sanitario están constituidas por:

Aguas residuales domesticas; Contribución por infiltración; y, Conexiones Clandestinas.

El caudal medio diario (QMD) es el producto de la población aportante y de la dotación de agua potable, afectado por el coeficiente de retorno.

Coeficiente de retorno = 0.80

d.m.f. = 201 l/hab/día (según Plan Maestro de AA.PP)

$$Q_{as} = \frac{0.80 \times dmf \times pobl}{86400}$$

El coeficiente de retorno se ha aplicado en zonas de características similares, y se ha obtenido buenos resultados razón por la cual se adopta para el cálculo. Esta fórmula considera las pérdidas de agua potable, que por sus usos diferentes no retorna al sistema de recolección.

El coeficiente de mayoración M, es el coeficiente entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario, este coeficiente depende del tamaño y estructura de la red de recolección y además de las condiciones de consumo que tienen los diferentes tipos de asentamiento poblacionales.

Para el cálculo del coeficiente de mayoración se tomará en cuenta la experiencia en sistemas existentes. En caso de que la magnitud del proyecto no justifique la realización de estudios específicos para determinar estos coeficientes, se utilizarán valores obtenidos de la literatura, presentando la respectiva justificación para su adopción. A falta de datos, se podrá utilizar un factor constante de mayoración, igual a 4,0 (según numeral 5.1.4.4. del capítulo 5 "Sistemas de alcantarillado" de las normas CO 10.07-601).

Caudal de las aguas de infiltración

Este caudal será necesario añadir el caudal de diseño de aguas servidas, debido a las infiltraciones del suelo hacia las tuberías o colectores de la red de alcantarillado. La cantidad máxima de infiltración se deberá añadir al caudal máximo instantáneo de las aguas servidas.

El potencial de la infiltración varia:

- 1.- Con la altura del nivel freático sobre el fondo de las atarjeas.
- 2.- La precipitación pluvial y la permeabilidad del suelo y,
- 3.- La destreza en la conexión a los edificios.

Por conveniencia para el diseñador, los gastos de la infiltración se establecen en varias formas, las tolerancias comunes son:

465 a 4650 m3 por día por km2, teniendo un promedio de 1860.

Para nuestro caso se adopta 1400 m³ por día por Km², que es igual a 14 m³ por día por Ha.

Caudal por aguas lluvias o ilícitas:

Este caudal deberá tomarse en cuenta por cuanto el usuario realiza conexiones de tipo ilícito hacia el sistema de alcantarillado. Se estima de acuerdo con diseños similares que se han comprobado, como mínimo 80 l/hab/día.

Además, se debe considerar dentro de este caudal la escorrentía pluvial que penetra hacia los pozos de revisión, debido a que ingresan las aguas lluvias a través de la unión entre la tapa y el cerco de pozo.

Diseño hidráulico:

En el sistema de alcantarillado se aprovecha la energía propia del flujo, energía que ayuda al arrastre del caudal sólido y desechos, considerando al mismo tiempo las normas relacionadas con pendientes, calados, velocidades mínimas y máximas permitidas.

Características del escurrimiento:

La red principal, al ser diseñada bajo el principio de canal abierto, es decir como en conductos en los que el flujo escurre a superficie libre donde los movimientos de los sólidos como el flujo de agua se realiza por efecto de la gravedad, su diseño tiene que ser comprobada con las ecuaciones de flujo a tubo lleno de Manning y continuidad:

$$Q = A * v$$
$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{n}$$
$$R = \frac{A}{P}$$

En donde:

Q = Caudal en l/s

v = velocidad en m/s

R = Radio hidráulico

A = Área mojada en m²

P = Perímetro mojado en m²

J = Pendiente en tanto por uno

n = Coeficiente de Manning que depende de la rugosidad del conducto

Velocidad admisible

La consideración de la velocidad de aguas servidas en los colectores tiene importancia en los proyectos de alcantarillado, misma que debe controlarse por dos razones fundamentales:

- Si la velocidad es muy baja se produce la sedimentación de los sólidos en la tubería y consecuentemente el taponamiento y destrucción de los conductos.
- Al tener un valor alto de velocidad se produce la erosión del material de los conductos.

El numeral 5.2.1.10 de las Normas para estudio y diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, indica que en el diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado sanitario se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- a) Que la solera de la tubería nunca forme gradas ascendentes, pues éstas son obstrucciones que fomentan la acumulación de sólidos.
- b) Que la gradiente de energía sea continua y descendente. Las pérdidas de carga deberán considerarse en la gradiente de energía.

- c) Que la tubería nunca funcione llena y que la superficie del líquido, según los cálculos hidráulicos de: posibles saltos, de curvas de remanso, y otros fenómenos, siempre esté por debajo de la corona del tubo, permitiendo la presencia de un espacio para la ventilación del líquido y así impedir la acumulación de gases tóxicos.
- d) Que la velocidad del líquido en los colectores, sean estos primarios, secundarios o terciarios, bajo condiciones de caudal máximo instantáneo, en cualquier año del período de diseño, no sea menor que 0,45 m/s y que preferiblemente sea mayor que 0,6 m/s, para impedir la acumulación de gas sulfhídrico en el líquido.

El numeral 5.2.1.11 de la misma normativa, indica que las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación, recomienda usar los valores que constan en la tabla VIII.1 que se muestra a continuación:

TABLA VIII.1 Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA	COEF. DE RUGOSIDAD
Hormigón simple con uniones de mortero	4 m/s	0.013
Hormigón simple con uniones de neopreno con nivel freático alto	3.5 – 4.0 m/s	0.013
Asbesto – cemento	4.5 – 5.0 m/s	0.011
Plástico	9.0 m/s	0.011

Red terciaria

Las conexiones domiciliarias se realizarán a través del sistema terciario que ira por las aceras y con descarga a los pozos de revisión (que en algunos de los casos ya existen), a través de tirantes. La conducción de la red terciaria se realizará con tubería de PVC Øn = 175 mm con una pendiente mínima del 1 %, y los tirantes de tubería de PVC Øn = 220mm.

Se han calculado las redes terciarias más críticas (con menor y mayor pendiente) para comprobar su serviciabilidad en cuanto al caudal y velocidad, siendo tolerantes en la especificación para la velocidad mínima en las cajas cabezales por el poco caudal que desplazan.

Las cajas de revisión serán de 0.60 x 0.60 m de sección interna, y de altura variable mínimo 0.60 m y no mayor a 1.50 m.

4.2 SELECCIÓN DE MATERIALES

En general nos encontramos con el hecho de que en el mercado compite un determinado número de tuberías de distintos materiales y, por otra parte, no han sido todavía, convenientemente difundidas las reglas precisas que posibilitan la selección más adecuada a los requerimientos de cada proyecto, lo que nos conlleva a optar por criterios sin fundamentos en criterios ingenieriles.

La selección de materiales está enfocado a los principales elementos constitutivos de las redes de recolección de alcantarillado, como son: tuberías y pozos de revisión.

Selección del tipo de tubería

Para seleccionar el tipo de tubería de alcantarillado, se considera el concepto de superficie o flujo libre junto con los siguientes aspectos:

Costos: adquisición, transporte e instalación.

El costo de adquisición de la tubería es uno de los principales factores para su selección; sin embargo, hay que considerar los costos adicionales de transporte que no solo depende de sus características físicas sino también de la ubicación de la obra con respecto al distribuidor, para su instalación se considerará todos los costos de

dificultad de instalación y acople de las mismas, así como los costos de excavación y relleno ocasionados por el tipo de zanja que éstas demanden para soportar adecuadamente las cargas actuantes.

Presión de trabajo

Presión de trabajo en alcantarillado es la máxima presión estática “a gravedad” que habrá de soportar la tubería en condiciones normales de trabajo; de la anterior definición surge el concepto de “Clase de una tubería”, como la presión máxima en régimen permanente de servicio (impulsión), o en condiciones estáticas (instalaciones a gravedad) que el fabricante de la misma garantiza que puede soportar; por ello se debe cumplir que dicha clase debe ser igual o superior a la presión de trabajo, su valor multiplicado por el “coeficiente de seguridad” (estipulados por normas para los distintos materiales) brinda las presiones de rotura mínima que los materiales deberán superar en los ensayos prefijados por las normas para cada material en particular.

Es oportuno destacar que algunos fabricantes producen sólo tuberías especiales y otros lo hacen a pedido, a partir de determinado diámetro y/o clase.

Las tuberías instaladas en zanja están sometidas a las solicitaciones externas actuantes debidas al relleno y al tránsito; evidentemente, el material de relleno ejerce una acción o solicitación sobre la tubería que tiende a deformarla (ovalizarla) en función de las características elásticas de la misma y del suelo de apoyo, la intensidad de la solicitación dependerá de las características del suelo del relleno y apoyo, junto con la “Interacción Zanja-Tubería” (Cobra especial sentido la consideración relativa a la mayor o menor deformación de la tubería, según se comporte ésta como rígida o flexible).

En el caso de las tuberías para drenaje, es decir que funcionan a superficie libre, cobra especial significación el cálculo de la carga externa puesto que además constituyen el parámetro fundamental de selección al no existir la debida a la presión interna.

Los nuevos criterios establecen que el grado de deformación del caño instalado en zanja depende de:

- El tipo de material de relleno y de su grado de compactación.
- Tipo de suelo natural en el fondo y los laterales, claramente diferenciados entre sí y sobre todo, del material de relleno.
- La distancia del caño a las paredes de la zanja.
- La profundidad de la zanja.
- El tipo de apoyo, sobre todo teniendo en cuenta sus propiedades elásticas, y diferenciando las mismas en los sentidos vertical y horizontal.
- El tipo de caño, en cuanto a sus propiedades dimensionales y mecánicas, en forma mucho más precisa, sobre todo en lo relativo a la “interacción tubería-zanja”.

Ataque corrosivo (interno o externo).

La variable a ser muy tenida en cuenta en las comparaciones tecnológicas es la relativa al ataque corrosivo el que puede ser externo o interno.

En el primer caso el ataque es siempre producido por la agresividad química de los suelos y en el segundo por el ataque proveniente del líquido que escurre.

Son susceptibles de los primeros las tuberías de acero o fundición y los materiales cementicios (Hormigones armados o sin armar y Fibrocemento). En cambio, el ejemplo más usual para el segundo caso es el desprendimiento de Sulfuro de Hidrógeno proveniente de los líquidos cloacales domésticos el cual ataca a las tuberías de PRFV y de materiales cementicios (incluida la Fundición Dúctil puesto que tiene revestimiento interno de mortero cementicio).

Por otra parte, resulta esencial la verificación al ataque corrosivo debido al H_2S y la correspondiente comparación entre materiales cementicios, los cuales deberán verificar el índice de Pomeroy (Hormigones, Fibrocemento y Fundición dúctil revestida) y los que no son atacados (El PRFV debe verificar normas ASTM al respecto).

Cuando hay remansos que disminuyen la zona destinada a ventilación, consecuentemente el efecto corrosivo para las tuberías de material cementicio se potencia, puesto que, al aumentar el tirante en la zona superior,

disminuye el ancho superficial (Bs) y aumenta proporcionalmente el Índice de Pomeroy, lo que implica aumento de la corrosión por transformación química del H₂S (siempre presente en el líquido cloacal) y el posterior ataque a unos de los componentes fundamentales de los cementos, el aluminato tricálcico.

El índice de Pomeroy posibilita evaluar un eventual ataque corrosivo por H₂S y en el caso que se produzca, cuantificar la magnitud del mismo; además brinda elementos de juicio para seleccionar el material del caño, establecer la necesidad o no de revestirlos y prever la vida útil de la conducción. El índice se calcula de la siguiente manera:

$$I_p = \frac{3(DBO)}{\sqrt[3]{Q}} \frac{\chi}{Bs} 1,069^{(T-20^{\circ})}$$

En donde:

- Ip: índice de Pomeroy
DBO: demanda bioquímica de oxígeno, mg/l.
X: perímetro mojado en metros.
i: pendiente de la conducción
Q: caudal promedio en m³/s.
Bs: ancho superficial en metros.
T: temperatura del agua en °C

Las experiencias demuestran que:

Ip > 7.500 tiene lugar el ataque corrosivo importante para los hormigones.

Ip > 23.000 tiene lugar el ataque corrosivo para los caños de fibrocemento.

En caso de resultar atacado el material de las tuberías por este fenómeno deberá recurrirse al revestimiento interno de las mismas.

Obviamente, cualquier medida que se tome para proteger las tuberías de la corrosión interna o externa dará origen un sobrecosto que se adiciona al valor de las tuberías a la hora de compararlas con otras tecnologías disponibles en el mercado.

Transporte del caudal resultante.

Es importante destacar un hecho que a pesar de ser elemental es poco considerado y a la verdad los conductos a flujo libre o presión deben ser diseñados para transportar un caudal igual o mayor al requerido en el proyecto. En efecto, por todos es conocida la diferencia de rugosidades de los distintos materiales, pero lo que es mucho más significativo es lo que generalmente se omite, y es que los diámetros internos o “hidráulicos” son distintos para los materiales.

Para el caso de las tuberías de PVC al crecer el espesor (Clase) disminuye el diámetro interno para un dado diámetro comercial, por lo que su capacidad de conducción a igualdad de condiciones de escurrimiento decrece.

También para este caso de los escurrimientos a superficie libre se aclara que, al estar las fuerzas tractivas íntimamente relacionadas con los coeficientes de fricción de los distintos materiales, al igual que el desarrollo de los remansos, tanto la sedimentación como la formación de los mismos resultarán función de los distintos materiales. Evidentemente este hecho configura de por sí un motivo de comparación demasiado sutil para la práctica, pero digno de ser mencionado en la enumeración de los cambios que los distintos materiales implican en el escurrimiento proyectado.

De todo lo expuesto precedentemente se desprende que las características de las tuberías tendrán un papel esencial en el caudal resultante tanto en escurrimientos a presión como a superficie libre, en donde el caudal transportado depende fuertemente de:

- La rugosidad de las paredes internas de la tubería a través del coeficiente “n” generan distintas pérdidas de energía y para cada tubería serán distinta, así también lo será el caudal resultante (el caudal será

menor cuanto mayor sea la rugosidad de las paredes); además algunos materiales que no ofrecen buenas condiciones de rugosidad pueden mejorar notablemente este aspecto mediante el revestimiento interno de las tuberías (para las que habrá que calcular e incluir el correspondiente sobre costo).

- El acople de las tuberías entre sí y con los distintos accesorios ocasionan pérdidas de energía “localizadas” en el punto donde estén instalados (disminución del caudal transportado) y la magnitud de dicha pérdida dependerá de la tecnología adoptada; así mismo en función del material del sello debe garantizar hermeticidad para evitar fugas y/o infiltraciones en el conducto.
- La sección transversal mojada ocupada por el fluido del escurrimiento, la cual es directamente proporcional al diámetro interno de la tubería; como el caudal es altamente dependiente del diámetro interno de la tubería, hay que tener especial cuidado con la comparación de tuberías que posean el mismo diámetro nominal (de venta) ya que éstas no ofrecerán las mismas condiciones de escurrimiento (pudiendo llegar a obtenerse diferencias más que apreciables).
- El desnivel hidráulico disponible para el escurrimiento (la pérdida de carga disponible para escurrimientos a presión o la pendiente longitudinal de la tubería para escurrimientos a superficie libre); así, una tubería que ofrezca buenas condiciones para el escurrimiento necesitará menor pendiente longitudinal para lograr el caudal especificado y, por lo tanto, significará un menor costo en trabajos de excavación y relleno de las zanjas.
- Dado que por lo general los escurrimientos a superficie libre en tuberías se dan para el caso de conducciones cloacales o pluviales, es importante en el diseño de las mismas tener en cuenta la remoción de partículas (o la prevención de su sedimentación) presentes en el fluido transportado, mediante la aplicación de los conceptos de esfuerzo tractivo y velocidad mínima de auto limpieza. En la práctica puede comprobarse que, para diámetros menores a 300 mm, el primer criterio resulta más económico (ya que exige pendientes longitudinales menores), para diámetros mayores de 300 mm ocurrirá lo contrario (será más económico el criterio de velocidad de autolimpieza).
- El caudal está relacionado proporcionalmente con la raíz cuadrada de la pendiente longitudinal e inversamente proporcional al coeficiente de rugosidad; por lo tanto, las tuberías más lisas necesitarán menor pendiente longitudinal de instalación (con la consecuente reducción en costos de excavación y relleno de las zanjas) para garantizar la autodepuración de las partículas.

Comparación y selección.

Se realizó la comparación entre la tubería de PVC, PE tubería de polietileno de alta densidad, PRFV (Tubería plástica reforzada con fibra de vidrio/Glass Reinforced Plastic Pipe) que son las más comunes entre los productores de tuberías de alcantarillado en Ecuador, a diferencia de la tubería de concreto (simple o reforzado) y la tubería de hierro dúctil (HD - Ductile Cast Iron Pipe).

Para la tubería de concreto (HS-simple o HA-reforzado), el aumento de puntos de unión de acuerdo con la longitud (mínima) de los productos, pueden causar la infiltración de aguas desconocidas; adicionando que el peso en función de los diámetros equivalentes (pequeños) con otros materiales es muy considerable y los costos de transporte e instalación no hacen competitiva su aplicación en redes del alcantarillado sanitario en especial; pero en cambio para drenaje vial es muy competitiva.

Las tuberías de hierro dúctil o metálicas, se utilizan principalmente como tuberías de presión, por ello se las excluyó en la comparación correspondiente, ya que este proyecto no refleja tuberías de presión y actúa tan solo flujo superficial o libre.

En la siguiente tabla se puede distinguir las distintas variables de calificación y de acuerdo a la equivalencia o superioridad sobre las características de los otros materiales en comparación se da el visto bueno.

La tubería de PVC se aplica en consideración del número de construcciones de alcantarillado en Ecuador, su trabajabilidad, economía, capacidad de provisión e instalación en obra.

ITEM		PVC	PEAD	PRFV
DESCRIPCIÓN		 Es fabricada con moldes de extrusión y resistencia al impacto mediante aditivos a la resina de PVC.	 Es creada en un molde de extrusión doble, usando resina de alta densidad de polietileno.	 Es un producto compuesto donde la resina de poliéster no saturado se le da refuerzo de rigidez utilizando arena y fibra de vidrio
PROPIEDADES FÍSICAS (Resistencia)	Corrosión	Buena	Buena	Buena
	Temperatura	Existe la posibilidad de encogimiento del PVC solo debajo de -10°C .	Existe posibilidad de deformación en la tubería PE, cuando la temperatura es superior a 20°C .	Menos deformación a los cambios de temperatura.
UNIÓN Y HERMETICIDAD		Conector y boca acampanada, conector con anillos de caucho. Buena hermeticidad.	Conector y boca acampanada, fusión eléctrica. Buena hermeticidad.	Conector y boca de campana. CXD3 Buena hermeticidad.
VENTAJAS Y DESVENTAJAS		Fácil transporte y manipulación por su peso ligero. Fácil corte e incisión. Posibilidad de daños causados por impurezas ya que el espesor entre los valles del corrugado es delgado.	Fácil transporte y manipulación por su peso ligero. Para el caso de los métodos de electro fusión, existe riesgo de electrocución en la época lluviosa. Difícil instalación a más de 5m de profundidad.	Fácil transporte y manipulación por su peso ligero. Materiales altamente rígidos. Precio considerable ya que el material de la tubería es fibra de vidrio.
FABRICANTE		PLASTIGAMA	RIVAL	PLASTIGAMA
CERTIFICACIÓN		INEN 2059	INEN 2360	INEN 950
ESPECIFICACIÓN - PRODUCTO (Diámetro Interno -DNI)		B: 100~900mm A2:1000~1800mm	B: 100~800mm A1:900~1500mm	150~1200mm
TIEMPO DE VIDA ÚTIL		Más de 50 años	Más de 50 años	Más de 50 años
ECONOMÍA		100 %	110 %	150 %
APLICACIÓN		ALTA	BAJA	MEDIA

4.3 CUADRO DE CALCULOS

Las tuberías y colectores seguirán, en general, las pendientes del terreno natural y formarán las mismas hoyas primarias y secundarias que aquél.

Se proyectarán como canales o conductos sin presión y se calcularán tramo por tramo.

Los gastos en cada tramo serán proporcionales a la superficie afluyente en su extremo inferior y a la tasa de escurrimiento calculada.

Las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas servidas o aguas lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada. **Cuando la tubería deba soportar tránsito vehicular**, para su seguridad se considerará un relleno mínimo de 1,2 m de alto sobre la clave del tubo.

4.4 PRESUPUESTO REFERENCIAL

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
103	Replanteo y nivelación para redes hidrosanitarias.	M	730	0.56	408.80000
273	Base de H.S 0.90x0.90m e=10cm para caja de revisión.	U	44	21.24	934.56000
272	Caja de revisión H.S 0.60x0.60 (el cuerpo).	M	41.2	106.61	4392.33200
270	Tapa H.A f'c=180 para caja de revisión 0.60x0.60m.	U	44	34.85	1533.40000
278	Base H.C. del pozo de revisión d=1.50m e=0.30m.	U	5	57.71	288.55000
277	Losa de Tapa HA para pozo revisión e=0.20m d=1.40m.	U	5	105.45	527.25000
142	Sum/Ins/Tra Tapa Redonda HD 600mm.	U	5	341.72	1708.60000
279	Sum/Ins/Tra Estribos de pozo de revisión d=16mm.	U	20	8.89	177.80000
280	Pozo de Revisión H.S f'c=210kg/cm2 h=0-2m di=1m (el cuerpo).	M	10	126.62	1266.20000
281	Pozo de Revisión H.S f'c=210kg/cm2 h=2-4m di=1m (el cuerpo).	M	1.9	166.29	315.95100
164	Excavación de suelo natural <2 m (a máquina).	M3	721.5	2.67	1926.40500
169	Excavación de suelo natural <2m (manual).	M3	305.2	13.42	4095.78400
165	Excavación de suelo natural 2 a 4 m (a máquina).	M3	235	3.22	756.70000
294	Sum/Ins/Tra Tubería PVC para alcantarillado dn=220mm.	M	344.5	18.37	6328.46500
293	Sum/Ins/Tra Tubería PVC para alcantarillado dn=175mm.	M	372.7	12.20	4546.94000
146	Rasanteo y preparación zanja (inc. Cama de arena).	M2	502	3.55	1782.10000
1049	Relleno compactado con material de excavación.	M3	743.2	3.41	2534.31200
184	Desalojo a máquina (dist= 5 km).	M3	251	6.92	1736.92000
199	Relleno compactado con material lastre.	M3	15.6	24.36	380.01600
147	Sub-base clase 3 tendido y compactado (maquina).	M3	100.25	15.52	1555.88000
145	Rotura y reposición de acera e=7 cm f'c=180 kg/cm2.	M2	559	21.25	11878.75000
				Total \$	49075.71500

Mantenimiento de Redes de Alcantarillado Sanitario.

Las redes de alcantarillado sanitario requieren un **mantenimiento anual** debido a la acumulación de sedimentos, basuras y material árido que pueden obstruir los tirantes y cajas de red terciaria. Este mantenimiento es fundamental para garantizar la operatividad del sistema y prevenir inundaciones en la ciudad de Santo Domingo.

Actividades de Mantenimiento

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
Limpieza de pozos de revisión	U	6	17.73	106.38
Limpieza de cajas terciarias	U	43	3.55	152.65
Limpieza de tirantes	M	36	4.44	159.84
			Total	418.87

Los precios de esto son netamente referenciales.

Beneficio Social

La construcción y mantenimiento de este sistema de alcantarillado sanitario beneficia de manera **directa e indirecta a 53 lotes**, mejorando las condiciones de habitabilidad, reduciendo riesgos de inundación y asegurando la sostenibilidad del entorno urbano.

Acción	Funcionario	Cargo	Firma
Elaborado por:	Ing. Cristian Santanilla C.	Analista 1 de Proyectos	
Aprobado por:	Ing. Edwin Proaño Vásquez	Director de Operaciones y Mantenimiento	



DISEÑOS DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

DESCRIPCION DEL TRAMO			AGUAS LLUVIAS (L/S)				AGUAS SERVIDAS (L/S)				CAUDA L		DATOS HIDRAULICOS										COTAS		DESNIV TRAM O m	CORTE	TUB. CLASE	OBS.	CHEQ. (V)	CHEQ. (V)
CALLE	POZO N°	LONG. mts	AREA S. PARC.	ACUM.	HA) A°C	TIEMP O.COM. Min	INTENS l/mmH	POBLA ACUMU	AGUAS SERV. Qas	FAC T M	CAUDAL SANITARIO Qs	DISEÑ O l/s	Ø INT. mm	Ø EXT. mm	J 0.000	TUB. LLENA V m/s	Q l/s	TIEMPO FLUJO L/60V	Qd/Q	Vd m/s	Ymin m/s	Calado m	TERRE NO	PROYE CTO						
P. SUCUMBOS	Ex.1	43.16	0.10	0.10	0.08	15.00	0.00	22	0.04	4.00	0.14	0.14	200	220	44.02	2.59	81	0.28	0.00	0.75	0.75	0.000	499.00	497.00	1.90	2.00	"PVC"		OK	OK
	Ex.2																													
	Ex.3	58.01	0.12	0.22	0.18	15.28	0.00	48	0.08	4.00	0.31	0.31	200	220	13.79	1.45	46	0.67	0.01	0.46	0.001	497.60	495.10	0.80	2.50	"PVC"		OK	OK	
P. SUCUMBOS	Ex.3	39.73	0.26	0.48	0.38	15.95	0.00	104	0.17	4.00	0.68	0.68	200	220	29.20	2.11	66	0.31	0.01	0.70	0.002	496.80	494.30	1.16	2.50	"PVC"		OK	OK	
	Ex.4																													
	Ex.5	99.67	0.22	0.70	0.56	16.26	0.00	152	0.25	4.00	0.99	0.99	200	220	11.44	1.32	41	1.26	0.02	0.52	0.005	495.64	493.14	1.14	2.50	"PVC"		OK	OK	
P. SUCUMBOS	Ex.6	99.65	0.24	0.94	0.75	17.52	0.00	205	0.33	4.00	1.34	1.34	200	220	19.07	1.70	54	0.97	0.02	0.68	0.005	494.20	492.00	1.90	2.20	"PVC"		OK	OK	

DISÑOS DEL ALCANTARILLADO SANITARIO - TERCERIA MARGEN IZQUIERDO Y DERECHO (Alternativa 1)

DESCRIPCION DEL TRAMO		AGUAS LLUVIAS (L/S)				AGUAS SERVIDAS (L/S)				CAUDA L		DATOS HIDRAULICOS										COTAS		DESNIW TRAMO m	CORTE	TUB. CLASE	OBS.	CHEQ. (V)	CHEQ. (V)	CHEQ. (V) (Qd/Q)
CALLE	CAJA N	LONG. mts	AREA S (Ha)	ACUM. A°C	TIEMPO CON. Min	INTENS l/mmH	POBLA. ACUMU	AGUAS SERV. Qas	FACT M	CAUDAL SANITARIO Qs	CAUDA L DISEÑO l/s Qd	Ø INT. mm	Ø EXT. mm	J 0/100	V m/s	TUB. LLENA Q l/s	TIEMPO FLUJO L/60V	Qd/Q	Vd m/s	Vmin m/s	Calado m	TERREN O	PROYE CTO							
P. SUCUMBOS	C1	10.23	0.04	0.04	15.00	0.00	10	0.02	4.00	0.06	0.06	160	175	24.44	1.66	33	0.10	0.00	0.48	0.48	0.000	498.03	497.28	0.25	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C2	5.90	0.00	0.04	15.10	0.00	10	0.02	4.00	0.06	0.06	200	220	157.63	4.90	154	0.02	0.00	1.39	1.39	0.000	497.83	497.03	0.93	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C3	39.91	0.14	0.14	15.00	0.00	32	0.05	4.00	0.21	0.21	160	175	20.05	1.51	30	0.44	0.01	0.48	0.48	0.001	497.58	496.78	0.80	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C7	6.70	0.00	0.14	15.44	0.00	32	0.05	4.00	0.21	0.21	200	220	101.49	3.93	123	0.03	0.00	1.14	1.14	0.000	497.08	495.98	0.68	1.10	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C8	30.07	0.20	0.20	15.00	0.00	44	0.07	4.00	0.28	0.28	160	175	28.60	1.80	36	0.23	0.01	0.58	0.58	0.001	496.78	495.98	0.86	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C11	5.20	0.00	0.20	15.28	0.00	44	0.07	4.00	0.28	0.28	200	220	188.46	5.36	168	0.02	0.00	1.55	1.55	0.000	495.92	495.12	0.98	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C12	78.31	0.15	0.15	15.00	0.00	33	0.05	4.00	0.21	0.21	160	175	17.75	1.42	28	0.92	0.01	0.45	0.45	0.001	494.09	493.29	1.39	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C19	7.92	0.00	0.15	15.92	0.00	33	0.05	4.00	0.21	0.21	200	220	113.64	4.16	131	0.03	0.00	1.21	1.21	0.000	492.80	491.90	0.90	0.90	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C20	24.34	0.20	0.20	15.00	0.00	44	0.07	4.00	0.29	0.29	160	175	18.08	1.43	29	0.28	0.01	0.47	0.47	0.002	497.46	496.66	0.44	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C22	9.88	0.00	0.20	15.28	0.00	44	0.07	4.00	0.29	0.29	200	220	93.12	3.77	118	0.04	0.00	1.11	1.11	0.000	497.12	496.22	0.92	0.90	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C23	29.94	0.14	0.14	15.00	0.00	30	0.05	4.00	0.20	0.20	160	175	28.72	1.80	36	0.28	0.01	0.56	0.56	0.001	496.78	495.98	0.86	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C26	7.97	0.00	0.14	15.28	0.00	30	0.05	4.00	0.20	0.20	200	220	124.22	4.35	137	0.03	0.00	1.26	1.26	0.000	495.93	495.13	0.99	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C27	79.95	0.06	0.06	15.00	0.00	13	0.02	4.00	0.09	0.09	160	175	21.51	1.56	31	0.85	0.00	0.46	0.46	0.000	495.48	494.68	1.72	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C35	8.34	0.00	0.06	15.85	0.00	13	0.02	4.00	0.09	0.09	200	220	31.18	2.18	68	0.06	0.00	0.63	0.63	0.000	494.36	492.96	0.26	1.40	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C36	79.97	0.08	0.08	15.00	0.00	17	0.03	4.00	0.11	0.11	160	175	20.26	1.51	30	0.88	0.00	0.45	0.45	0.001	494.20	492.70	1.62	0.80	"PVC"		OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C44	8.50	0.00	0.08	15.88	0.00	17	0.03	4.00	0.11	0.11	200	220	78.82	3.46	109	0.04	0.00	0.99	0.99	0.000	492.77	491.67	0.67	1.10	"PVC"		OK	OK	OK

DISEÑOS DEL ALCANTARILLADO SANITARIO - TERCERIA MARGEN IZQUIERDO Y DERECHO (Alternativa 2)

DESCRIPCION DEL TRAMO		AGUAS LLUVIAS (L/S)				AGUAS SERVIDAS (L/S)				CAUDA		DATOS HIDRAULICOS										COTAS		DESMV	CORTE	TUB. CLASE	OBS.	CHEQ. (V)	CHEQ. (V)	CHEQ. (V)	CHEQ. (V)
CALLE	CAJA N°	LONG. mts	AREA S (Ha)	TIEMPO CON. Min	INTENS I mm/h	POBLA ACUMU	AGUAS SERV. Qas	FACT M	CAUDAL SANITARIO Qs	DISEÑO I/s Qd	Ø INT. mm	Ø EXT. mm	J V	TUB. LLENA V	Q	TIEMPO FLUJO L/60V	DATOS Qd/Q	Vd Vain Calado m/s	TERREN O	PROYE CTO	TRAMO m										
P. SUCUMBOS	C1	10.23	0.04	0.04	15.00	0.00	10	0.02	4.00	0.06	160	175	24.44	1.66	33	0.10	0.00	0.48	0.000	498.03	497.28	0.25		0.80	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C2	5.90	0.00	0.04	15.10	0.00	10	0.02	4.00	0.06	200	220	157.63	4.90	154	0.02	0.00	1.39	0.000	497.63	497.03	0.93		0.80	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C4	10.02	0.14	0.12	15.00	0.00	32	0.05	4.00	0.21	160	175	80.90	2.40	48	0.07	0.00	0.73	0.001	497.60	496.10	0.51		0.80	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C3	13.15	0.00	0.12	15.07	0.00	32	0.05	4.00	0.21	200	220	21.29	1.80	57	0.12	0.00	0.54	0.001	497.58	496.18	0.28		1.40	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	Ex.2																			497.60	495.90	1.06		1.20	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C12	30.07	0.20	0.16	15.00	0.00	44	0.07	4.00	0.28	160	175	35.25	2.00	40	0.25	0.01	0.63	0.001	496.78	495.78	1.06		1.20	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C19	5.20	0.00	0.16	15.25	0.00	44	0.07	4.00	0.28	200	220	111.54	4.12	129	0.02	0.00	1.21	0.000	495.92	494.72	0.58		1.50	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	Ex.6																			495.64	494.14	0.44		0.80	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C20	24.34	0.20	0.16	15.00	0.00	44	0.07	4.00	0.29	160	175	18.08	1.43	29	0.28	0.01	0.47	0.002	497.46	496.66	0.44		0.80	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C22	9.88	0.00	0.16	15.28	0.00	44	0.07	4.00	0.29	200	220	93.12	3.77	118	0.04	0.00	1.11	0.000	497.12	496.22	0.92		0.90	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	Ex.3																			496.80	495.30	1.50		1.50	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C23	29.94	0.14	0.11	15.00	0.00	30	0.05	4.00	0.20	160	175	28.72	1.80	36	0.28	0.01	0.56	0.001	496.79	495.99	0.86		0.80	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C26	7.97	0.00	0.11	15.28	0.00	30	0.05	4.00	0.20	200	220	124.22	4.35	137	0.03	0.00	1.26	0.000	495.93	495.13	0.99		0.80	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	Ex.4																			495.64	494.14	1.50		1.50	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C27	79.95	0.06	0.06	15.00	0.00	13	0.02	4.00	0.09	160	175	21.51	1.56	31	0.85	0.00	0.46	0.000	494.36	492.66	1.72		1.40	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C35	8.34	0.00	0.06	15.85	0.00	13	0.02	4.00	0.09	200	220	31.18	2.18	68	0.06	0.00	0.63	0.000	494.36	492.66	0.26		1.40	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	Ex.5																			494.20	492.70	1.50		1.50	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C36	79.97	0.08	0.06	15.00	0.00	17	0.03	4.00	0.11	160	175	20.26	1.51	30	0.88	0.00	0.45	0.001	494.09	493.29	1.62		0.80	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	C44	8.50	0.00	0.06	15.88	0.00	17	0.03	4.00	0.11	200	220	78.82	3.46	109	0.04	0.00	0.99	0.000	492.77	491.67	0.67		1.10	"PVC"			OK	OK	OK	OK
P. SUCUMBOS	Ex.6																			492.50	491.00	1.50		1.50	"PVC"			OK	OK	OK	OK