

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE CIVIL

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA PARROQUIA
SAN JOSE DE DAHUANO, CANTON LORETO, PTOVINCIA DE
ORELLANA**

AUTOR

FLORES RIVERA AUGUSTO GABRIEL

**TRABAJO PREVIO ALA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
CIVIL**

QUITO, 2010

INDICE GENERAL

1. CAPITULO I	Pág.
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivo y alcance	2
1.3. Descripción general de la zona	3
1.3.1. Situación geográfica	3
1.3.1.1. Ubicación geográfica	3
1.3.1.2. Vías de acceso	3
1.3.2. Situación Socioeconómica	4
1.3.2.1. Actividades económicas	4
1.3.2.2. Aspectos educativos	6
1.3.2.3. Salud pública	7
1.3.2.4. Vialidad y transporte	8
1.3.2.5. Infraestructura	8
2. CAPITULO II	
INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO	
4.1. Características físicas ambientales	33
4.1.1. Ubicación	33
4.1.2. Topografía	33
4.1.3. Recursos hídricos	34
4.1.4. Flora y fauna	34
4.1.5. Usos del suelo	35
4.1.6. Aspectos socioeconómicos y culturales	35
4.2. Necesidad de la evaluación de los impactos ambientales	36
4.3. Determinación y evaluación de los impactos ambientales En el sistema de Alcantarillado Pluvial	36
4.3.1. Bases de diseño	36
4.3.2. Metodología de evaluación	37
4.3.3. Factores ambientales	39
4.3.3.1. Análisis ambiental del sistema de Alcantarillado	40
4.3.3.2. Aspectos ambientales, operación y mantenimiento	46
4.3.3.3. Impactos positivos durante la construcción	47
4.3.3.4. Impactos positivos durante la operación y mantenimiento	48
4.4. Medidas de mitigación	49
4.4.1. Medidas para mitigar impactos ambientales negativos durante La ejecución del proyecto	49

4.4.1.1.	Medio físico	50
4.4.1.2.	Medio social	52

5. CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES

5.1.	Especificaciones técnicas de la construcción	54
5.1.1.	Replanteo y nivelación	54
5.1.2.	Limpieza y desbroce	55
5.1.3.	Excavaciones	58
5.1.4.	Relleno y compactación	66
5.1.5.	Acarreo y transporte de materiales	71
5.1.6.	Encofrado y desencofrado	75
5.1.7.	Trabajos finales	79
5.1.8.	Construcción de pozos de revisión	80
5.1.9.	Construcción de conexiones domiciliarias	84
5.1.10.	Construcción de sumideros de calzada	86
5.1.11.	Mantenimiento	90
5.1.12.	Medidas para el control de polvo	91
5.1.13.	Medidas para la prevención y control de contaminación del Aire	92
5.1.14.	Medidas para la prevención y control de ruidos y vibraciones	93
5.1.15.	Medidas en construcción o adecuación de campamentos y Talleres	95
5.1.16.	Medidas ambientales para el tratamiento de escombreras	97
5.2.	Especificaciones técnicas de materiales	98
5.2.1.	Acero de refuerzo	98
5.2.2.	Hormigones	100
5.2.3.	Juntas de construcción	105
5.2.4.	Morteros	106
5.2.5.	Rótulos y señales	109
5.2.6.	Peldaños	110
5.2.7.	Suministro, instalación de tubería PVC de Alcantarillado	112
	Instalación y prueba de la tubería plástica	113
	Uniones soldadas con solventes	114
	Uniones de sello elastomérico	115
	Uniones con adhesivos especiales	116
	Procedimiento de instalación	116
	Prueba hidrostática accidental	120
	Prueba hidrostática sistemática	121
5.2.8.	Suministro, instalación de accesorios PVC tubería Alcantarillado	123
5.2.9.	Tapas y cercos	124
5.2.10.	Empates	126

6. CAPITULO VI

PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

6.1.	Componentes de precios unitarios	128
6.1.1.	Costo directo	128
6.1.2.	Costo indirecto	129
6.2.	Costos básicos de los materiales y mano de obra (VER ANEXO 5)	129
6.3.	Análisis de precios unitarios (VER ANEXO 5)	129
6.4.	Presupuesto de obra (VER ANEXO 5)	130
6.5.	Cronograma de ejecución (VER ANEXO 5)	130

7. CAPITULO VII

SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE DESECHOS LÍQUIDOS

7.1.	Estructuras de disposición final o entrega de los efluentes	131
	Estructuras de descarga en conducto cerrado	132
	Estructuras de descarga en canal a cielo abierto	132
	Disposición final	132

8. CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1.	Conclusiones	134
8.2.	Recomendaciones	135
	Bibliografía	136

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Con el afán de atender la falta de servicios básicos de infraestructura en la Parroquia San José de Dahuano, la Municipalidad de Loreto ha manifestado la necesidad de contar con un sistema de alcantarillado pluvial, que permita mejorar la calidad de vida y salud de los habitantes de la cabecera parroquial.

Es necesario evitar el estancamiento de aguas lluvias, lo que se constituye en una fuente de proliferación de bacterias y mosquitos causantes de muchas enfermedades infecciosas, así también perjudica el tránsito de personas y vehículos, por lo que la población no puede desarrollar su actividades cotidianas con normalidad.

Para el estudio se analizaron los aspectos físicos, naturales, ambientales y socio-económicos de la parroquia; en el segundo capítulo se establece un análisis físico del sector de acuerdo a los estudios topográficos y estudios de suelos, para con estos instrumentos en el tercer capítulo realizar en diseño del alcantarillado pluvial. El estudio cuenta con una evaluación de impacto ambiental, presentada en el capítulo IV de esta disertación.

1.2. OBJETIVO Y ALCANCE

1.2.1 Objetivo

- Diseñar el sistema de alcantarillado pluvial para la cabecera parroquial de San José de Dahuano.

1.2.2 Alcance

El sistema de alcantarillado pluvial se diseñará para un área de 24.53 hectáreas, que abarca únicamente a la cabecera parroquial de San José de Dahuano.

Con el presente estudio se pretende llegar a mejorar las condiciones de vida de la cabecera parroquial de San José de Dahuano, de tal manera que la población pueda llegar a desarrollarse de forma sostenible y sustentable, ya que se podrá preservar el medio físico en el que se ubica el centro poblado.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

1.3.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

1.3.1.1 Ubicación Geográfica

La parroquia San José de Dahuano pertenece al Cantón Loreto Provincia de Orellana, situada al nor-este de Quito, cuya altitud media es 350 m.s.n.m. Se ubica a 15 Km de su cabecera cantonal Loreto, y a 70 Km de su cabecera provincial Francisco de Orellana, forma parte de la cuenca del Rio Napo; con las siguientes coordenadas:

02°45'00" latitud Sur

99°24'00" longitud Oeste

Fuente: Carta topográfica del I.G.M.

1.3.1.2 Vías de acceso

La carretera que une a Quito con Francisco de Orellana (Coca), es la principal vía de acceso a la parroquia. Desde el Cantón Francisco de Orellana dicha carretera toma el

nombre de Av. Interoceánica, atraviesa el Cantón Loreto y la Parroquia San José de Dahuano.

1.3.2. SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA

1.3.2.1 Actividades económicas.

La provincia Francisco de Orellana cuenta con abundantes recursos naturales de gran importancia que pueden aportar al desarrollo económico y turístico, posee variedad de flora y fauna, gran parte de la población se dedica a la agricultura y ganadería, algunas personas de la zona están vinculadas al lavado de oro. En cuanto a la actividad pecuaria, en esta zona es incipiente.

Los principales atractivos turísticos del cantón Loreto lo constituyen bosques primarios: 8 de Diciembre, Verde Sumaco, Avila Viejo, Sarayacu, Napo Galeras, Arapino, Alto Chacayacu, Sumaco; y sus cascadas: Cascada de loras, Burucu, Huaticocha, San Rafael, Santiago Yacu, Rayo Pakcha, La Paz, Pavayacu, La Puyo.¹

¹ Pág. Web: www.comaga.org.ec

Agricultura y ganadería.-

La actividad agropecuaria en el cantón Loreto, se caracteriza en su mayor parte por el manejo de un sistema agrícola de subsistencia, debido a que el 80% de la población es indígena, quienes utilizan de 2 a 3 hectáreas de terreno para las actividades agrícolas, lo que ha permitido mantener su bosque primario. La producción principal es yuca, plátano, naranjilla, cacao, café y otros productos de ciclo corto. Los colonos practican la ganadería, actividad que se la realiza sin manejo técnico, provocando la deforestación y erosión del suelo².

En San José de Dahuano alrededor del 93% de la población económicamente activa se dedica a la actividad agropecuaria, explotación forestal, caza y pesca³.

Comercio.-

Esta actividad está vinculada a la comercialización de productos agrícolas, ganaderos y a los insumos requeridos para estas actividades. Intermediarios compran productos

² Pág. Web: www.comaga.org.ec

³ Pág. Web: www.ecorae.org.ec

agrícolas en las comunidades para venderlos en la ciudad de Loreto y en las demás parroquias.

El 3,60% de la población económicamente activa se dedica a la actividad de comercio y servicios⁴.

Nivel de ingresos.-

De acuerdo a la encuesta socio-económica con la que cuenta esta disertación (**Anexo 1**), el nivel de ingresos en la zona del proyecto, promedia los 160 dólares mensuales por familia, por lo que se considera que es un nivel muy bajo.

1.3.2.2. Aspectos educativos

La parroquia de San José de Dahuano cuenta con los siguientes centros educativos:

1 Guardería,

1 Jardín y Escuela “Centro Intercultural Bilingüe Napo Galeras”,

1 Colegio “Colegio Nacional Técnico Agropecuario Intercultural Bilingüe Ávila”.

⁴ Pág. Web: www.ecorae.org.ec

La parroquia no cuenta con universidad.

1.3.2.3. Salud pública

La parroquia cuenta con un sub-centro de salud, donde atienden: un Médico rural, un Odontólogo y una Enfermera; no cuenta con médicos especialistas, por lo que pacientes con problemas graves tienen que trasladarse hasta Loreto donde existe un hospital y algunas clínicas particulares.

Las enfermedades más comunes entre la población son: de tipo respiratorio, infecciones urinarias, diarreas, anemia, paludismo, dengue, poli parasitosis, gastroenteritis.

Como causas de estas enfermedades se pueden considerar: la falta de un sistema de alcantarillado pluvial, el uso de agua cruda y la mala condición de la mayoría de las vías secundarias.

El manejo de desechos sólidos está a cargo del Municipio de Loreto, que realiza la recolección de basura una vez por semana, para luego transportarla para su disposición final.

1.3.2.4. Vialidad y transporte

Vialidad

La Av. Interoceánica es la vía principal de acceso, es de primer orden asfaltada, se encuentra en buen estado. Las vías secundarias son lastradas o en tierra, sin bordillos ni aceras, son transitables a baja velocidad y otras para tráfico peatonal.

Transporte

El servicio público está conformado por las cooperativas de transporte interprovincial, van desde Francisco de Orellana hasta la ciudad de Quito o hacia Tena y viceversa. Además brindan este servicio las cooperativas de taxis del cantón Loreto.

1.3.2.5. Infraestructura

Agua

La cabecera parroquial cuenta con sistema de agua potable construido por el Municipio del cantón Loreto que sirve a la población de manera eficiente.

Alcantarillado

No existe alcantarillado pluvial, por lo que las aguas lluvias se acumulan en las partes bajas de las calles y patios de las casas, causando molestias a los pobladores, estas aguas arrastran toda clase de basura a los esteros circundantes, lo se constituye en uno de los problemas de salud agravantes de la población.

El alcantarillado sanitario no sirve a toda la cabecera parroquial por lo que muchas familias han construido pozos sépticos o letrinas, y en algunos casos no cuentan con ninguno de estos servicios.

.Energía eléctrica

Este servicio lo brinda la empresa Eléctrica Sucumbíos S.A., aunque sufre constantes interrupciones.

CAPÍTULO II

INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO

2.1. OBJETIVO Y ALCANCE

2.1.1. Objetivo

- Recopilar datos e información necesaria para la realización del diseño de alcantarillado pluvial y disposición final de aguas lluvias de la cabecera parroquial de San José de Dahuano en el Cantón Loreto.

2.1.2. Alcance

- Revisar la información acerca del clima, hidrología, geología, intensidad de lluvias, revisión del estudio de mecánica de suelos y planos topográficos existentes en la zona del proyecto.

2.2. HIDROLOGÍA⁵

La parroquia de San José de Dahuano, está ubicada en la cuenca media del Río Napo, constituyendo parte del drenaje del río Huataracu y Dahuano, que se localiza al sur de la población. El río Dahuano desemboca en el Huataracu, éste en el río Suno, para luego desembocar en el río Napo.

El río Dahuano, por ubicarse al sur de la población, y más cercano a ella, es el que va a ser el receptor de las descargas del sistema de alcantarillado pluvial.

2.3 CLIMATOLOGÍA

La zona del proyecto no cuenta con ninguna estación meteorológica, por lo que se ha obtenido datos de la estación de Meteorología e Hidrología de la D.A.C. (Dirección de Aviación Civil), ubicada en el Aeropuerto de Puerto Francisco de Orellana (El Coca). Las coordenadas de la estación son las siguientes:

00°27' latitud Sur

76°56' longitud Oeste

Elevación 249m

⁵ Carta topográfica del I.G.M. (Instituto Geográfico Militar).

La región posee clima cálido húmedo, denominado también clima amazónico, con las siguientes características medias anuales principales:

- Temperatura media 26,6° C
- T. Máxima media 34,5° C
- T. Mínima media 20° C
- Temperatura media del punto de rocío 22.3° C
- Humedad relativa media del aire 79%
- Tensión media del vapor 27 HPa.
- Nubosidad media relativa en el aire 7 Octas.

2.3.1 Precipitación

En este aspecto existe pobre información, debido a que la estación del Aeropuerto de Francisco de Orellana registra datos desde el año de 1981 al año 2008, de los cuales se obtuvo datos promedios detallados a continuación:

La pluviosidad promedio anual es de 3155.9 mm, los meses más lluviosos son; Marzo, Abril, Mayo, Junio (el más lluvioso), y Noviembre, mientras que los meses con menos presencia de lluvias son; Enero y Agosto.

Los datos antes descritos se pueden apreciar de mejor manera en el siguiente cuadro:

**DATOS DE PRECIPITACION DE PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL DESDE 1981
AL 2008⁶**

MES	PRECIPITACION MEDIA mm
Enero	187.9
Febrero	241.4
Marzo	297.4
Abril	310.6
Mayo	330.1
Junio	312.3
Julio	247.7
Agosto	173.4
Septiembre	224.0
Octubre	273.8
Noviembre	296.4
Diciembre	260.9
MEDIA ANUAL	3155.9

⁶ Estación Meteorológica del Aeropuerto de la D.A.C en el Cantón Francisco de Orellana.

2.4. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Los estudios topográficos de la cabecera parroquial de San José de Dahuano, fueron realizados por el Municipio de Loreto, con los cuales se desarrolló el presente estudio.

(Ver anexo 2)

2.4.1 Planimetría del área

La planimetría considera la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario que se supone en la superficie media de la tierra y sirve para el control horizontal.

La población está asentada linealmente a lo largo de la Av. Interoceánica, con una proyección de población ordenada a futuro. Esto consta en los planos de planimetría de la zona del proyecto.

2.4.2. Altimetría del área

La altimetría toma en cuenta las diferencias de nivel existentes entre los diferentes puntos del terreno, y sirve para el control vertical; en términos generales, la altimetría

se encarga del estudio del estudio de los procedimientos que permiten determinar la elevación o el nivel de uno o más puntos; o bien el desnivel existente entre aquellos. Los resultados obtenidos en la nivelación son de vital importancia en el levantamiento de planos de configuración, sirven para elaborar proyectos y constituyen un verdadero soporte en el control de toda obra civil.⁷

En la zona del proyecto predomina un relieve relativamente plano con pequeñas variaciones en sus cotas, varía desde la 598 como cota más alta, y desciende a la 580 m.s.n.m.

2.5. GEOLOGÍA DEL SECTOR

De acuerdo al estudio de suelos realizado por la Universidad de Machala (**Ver Anexo 2**), con el que cuenta la municipalidad de Loreto para la zona del proyecto (cabecera parroquial de San José de Dahuano), se obtuvo los siguientes resultados.

El estudio de suelos fue realizado en los lugares donde se ubicarán las redes del alcantarillado Pluvial, de donde; los suelos corresponden a arcillas inorgánicas, con alto índice de plasticidad y grado de permeabilidad bajo.

⁷ LEÓN, Marco. Tomado apuntes de Topografía, Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

En las zonas de descarga los suelos corresponden a limos y arcillas inorgánicas, con grado de permeabilidad muy bajo.

Según el ECORAE (Instituto para el Eco desarrollo Regional Amazónico), “la sismicidad en la zona de Napo y Orellana encuentra su origen en la interacción de las placas tectónicas de Nazca y sudamericana, en general se producen sismos de magnitudes medianas y de profundidades focales grandes (70 Km o más), no obstante al ser sismos con atenuaciones relativamente pobres, con la distancia es de esperar que los daños que pudieran generar no sean grandes.”

De acuerdo al Código Ecuatoriano de la Construcción, Loreto se encuentra en una zona sísmica con categoría II, con lo que se corrobora que la provincia de Orellana se encuentra en una zona de riesgo sísmico bajo.

CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

3.1. Objetivo y Alcance

- Diseñar el sistema de alcantarillado para un área de 24.53 hectáreas que permita la recolección de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales, así también diseñar la red de tuberías y elementos complementarios, los mismos que serán dimensionados de acuerdo con las normas específicas existentes, para que la función a ellos encomendada sea satisfactoria para la población a servir.

- Contribuir al saneamiento básico de la población de la cabecera parroquial de San José de Dahuano.

3.2. Disposiciones Generales

La recolección y transporte de aguas lluvias se realizará por medio del sistema de alcantarillado Pluvial, serán conducidas a su descarga sin previo tratamiento por

tratarse de un sistema de conducción para aguas provenientes de precipitaciones solamente.

3.3. Disposiciones Específicas

El sistema de alcantarillado y las obras componentes del sistema están definidos por los parámetros de diseño, para un periodo óptimo de diseño.

Se diseñó la red de tuberías y colectores, que conducen las aguas lluvias en lo posible siguiendo las pendientes naturales del terreno.

Las tuberías fueron diseñadas a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas lluvias de las casas más bajas a uno u otro lado de la calzada.

La red de alcantarillado se diseño de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las tuberías de agua potable debiendo dejar una altura libre proyectada de 0.3m cuando ellas sean paralelas y de 0.2m cuando se crucen. Siempre que sea posible, las tuberías de alcantarillado pluvial se colocarán en centro de la calzada.

Cuando deba soportar tránsito vehicular bajo, para su seguridad se considera relleno mínimo de 1.0m sobre la clave del tubo en el inicio de tubería lateral, y de 1.20m de alto de relleno sobre la clave del tubo en calles con mayor tránsito.⁸

3.4. ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO

La cabecera parroquial de San José de Dahuano es considerada por la municipalidad del Cantón Loreto como un área de expansión como se puede apreciar en la planimetría del sector. Esto sumado a las condiciones de vida no adecuadas de la población, ha impulsado al cabildo y al proyectista a realizar este tipo de propuesta en la zona, para lo cual se ha efectuado un análisis de la situación actual de la parroquia, así como de los determinantes de suelo, hidrología, topografía y demás normas pertinentes para el planteamiento del sistema de alcantarillado pluvial.

⁸ BURBANO, Guillermo, Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, PUCE, Facultad de Ingeniería, Quito 1993.

3.5. BASES DE DISEÑO

3.5.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo durante el cual una obra o estructura funciona de manera eficiente sin ampliaciones, al final de este periodo la obra pasa a ser obsoleta por el deterioro parcial o total de sus elementos constitutivos o por falta de capacidad de la estructura para prestar un servicio eficiente.

La durabilidad de las instalaciones dependerá de los materiales y equipos empleados, de la calidad de la construcción, de las condiciones externas, el desgaste, la corrosión, etc.

El periodo de diseño está ligado a la capacidad económica nacional y local y a las condiciones particulares de cada sistema. Para este estudio se ha considerado un periodo de diseño para 25 años.

3.5.2. Áreas tributarias

Para el cálculo de las áreas tributarias se realizó de acuerdo a la distribución urbanística existente y a la planificada a futuro por el Municipio; así como de la topografía del sector; los datos recopilados fueron calculados y presentados en los planos (**Áreas Tributarias Alcantarillado Pluvial**) del diseño del alcantarillado pluvial y tabulado en el **Anexo 3**.

3.5.3. Caudales de diseño

Caudal pluvial⁹

Para el caudal de aportación de aguas lluvias se usará el método racional cuya fórmula es:

$$Q=C*I*A$$

Q= Caudal de Aguas Lluvia (m³/s).

C= Coeficiente de escurrimiento o impermeabilidad.

⁹ Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 Habitantes, Quito 1993.

I= Intensidad de lluvia (mm/H).

A= Área de drenaje o aportación (ha).

El método racional asume que:¹⁰

- a) La escorrentía en cualquier punto bajo, es función de la cantidad promedio de lluvia y del tiempo requerido para que el agua escurra desde la parte más lejana del área de drenaje al punto de ingreso a la alcantarilla; denominándose a este intervalo como **tiempo de concentración**, y
- b) La máxima cantidad de lluvia ocurre dentro del tiempo de concentración

Coefficiente de escurrimiento¹¹

Es la relación que existe entre el agua que escurre (agua no evaporada, infiltrada o estancada) y la precipitación total, para el área considerada en el diseño.

El valor del coeficiente C depende de factores tales como: impermeabilidad del terreno, tipo de zona, intercepción por vegetación, retención en depresiones, evaporación, etc; y varía con respecto al tiempo que necesita la lluvia para humedecer el suelo.

¹⁰ BURBANO, Op. Cit.

¹¹ Ídem.

Para el desarrollo de este proyecto se ha tomado un coeficiente de escurrimiento de 0,5 tomando en cuenta la zona en la que se encuentra la población que corresponde a residenciales con casas separadas

TIPO DE ZONIFICACIÓN	C
Comerciales o densamente pobladas	0.70 – 0.90
Adyacentes a las anteriores	0.50 – 0.70
Residenciales con casas separadas	0.25 – 0.50
Periféricas no desarrolladas totalmente	0.10 – 0.25

Fuente: Burbano, Guillermo. *Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado*, PUCE.

Facultad de Ingeniería. 1993.

Intensidad de lluvia

Para determinar este parámetro se tomó los datos del Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Departamento de Hidrometría. Se ubicó la zona mediante sus coordenadas en el gráfico N° 2 de Zonificación de Intensidades de Precipitación del INAMHI, la población se localiza en la zona 20, con este dato se obtuvo la ecuación de la intensidad de lluvia. Dicha ecuación está en función de las isóneas de intensidad de

precipitación, para un periodo de retorno de 10 años (TR= 10 años) en función de la máxima de 24 horas.

$$I_{TR} = 53,316 * Id_{TR} * t^{-0,3021}$$

I_{TR} = Intensidad de lluvia en (mm/h), y en función del periodo de retorno.

t = tiempo de concentración en (minutos).

Id_{TR} = Factor que depende de las isohietas, y estas a su vez de la posición geográfica que se encuentran en todo el país.

Id_{TR} = 6 para este estudio.

Tiempo de concentración (t)¹²

Se define como tiempo de concentración, para un área de drenaje, el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer desde el punto más alejado de dicha área, hasta el punto final de recepción considerado.

¹² BURBANO, Op. Cit. p. 112

El tiempo de concentración se compone de un tiempo de recorrido superficial o de desagüe (t_1), es decir, el que requiere la escorrentía para llegar hasta la entrada de la tubería y un de recorrido dentro de la misma (t_2), de tal forma que $t = t_1 + t_2$.

Para este proyecto se ha tomado un tiempo recorrido superficial (t_1) de 12 minutos por tratarse de un área desarrollada con pendientes más o menos planas. El tiempo t_2 , de recorrido en las alcantarillas, se calcula con la expresión:

$$t_2 = L/v$$

En donde: L = longitud del tramo de alcantarillado.

v = velocidad de circulación del agua en el tramo respectivo.

Periodo de retorno o frecuencia

Para el cálculo de la cantidad de lluvia que ingresará a las tuberías deberá seleccionarse una o varias curvas de intensidad con un periodo de retorno que tome en consideración los posibles daños que se puedan ocasionar, a los bienes inmuebles o muebles y a la población en general, si es que la capacidad de la tubería es excedida.¹³

¹³ BURBANO, Op. Cit. p. 112

3.6. HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

La función básica del sistema de alcantarillado es la de conducir las aguas, provenientes de precipitaciones pluviales, desde los sitios de recolección hasta un punto final de descarga, de la manera más económica.¹⁴

Sistema de alcantarillado es un medio de transporte de líquidos, dirigido a alcanzar la mejor utilización de la energía natural disponible con una dirección que sea cercana a la horizontal, evitando, en lo posible, disiparla en caídas verticales o cascadas, que encarecen la conducción de los mismos, con excepción de los alcantarillados diseñados en los terrenos en los cuales debido a la topografía irregular, el cálculo hidráulico obligue a disipar parte de la energía propia de los líquidos en movimiento.¹⁵

3.6.1. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

Diámetros¹⁶

Diámetro mínimo para sistema de alcantarillado pluvial: 250 mm.

¹⁴ Burbano, Op. Cit. P. 115

¹⁵ Ibid.

¹⁶ Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (Ex IEOS), Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 Hab, Quito. 1993.

Para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo es de: 150 mm.

Velocidad en los conductos

Para alcantarillado pluvial o combinado, la velocidad mínima a tubo lleno será de 0,75 m/s.¹⁷

Las velocidades máximas para todo sistema de alcantarillado dependerán del material con el cual se fabriquen los materiales. Se debe observar el siguiente cuadro.¹⁸

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)
Hormigón simple	3.50 - 6.00
Material vítreo	4.00 – 6.00
Fibrocemento	4.50 – 5.00
Plástico	4.50
PVC	6.00

El fabricante de la tubería de PVC recomienda que puede aceptarse como velocidad máxima de 9.00 m/s y respalda su recomendación con el certificado de INEN.

¹⁷ BURBANO, Op. Cit. P. 126

¹⁸ Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 Hab, Quito. 1993.

Capacidad a utilizarse

Para alcantarillados pluviales la capacidad a utilizarse en las tuberías puede llegar a 100% e inclusive se tolera que las mismas trabajen con ligera presión interior (no mayor a 5m) porque no se necesita ventilación y el tiempo de máxima precipitación solo dura algunos minutos.¹⁹

Profundidad de la tubería

Las tuberías se proyectarán con profundidad suficiente para recoger las aguas lluvias de las viviendas o lotes más bajos a uno y otro lado de la calzada. La profundidad mínima de la zanja se determinará considerando la profundidad de la colocación de las tuberías de agua potable a la que se sumará la separación mínima vertical de 0.20m, en donde existan cruces, y el diámetro exterior de la tubería.²⁰

¹⁹ BURBANO, Op. Cit. p. 118

²⁰ Ibid.

Ubicación de tuberías

Las tuberías de alcantarillado pluvial se proyectarán aproximadamente por el centro de la calzada.²¹

En el caso de este proyecto la red de tuberías se ubicará al lado **sur-oeste** de la calzada ya que en el lado nor-este se encuentra la red de agua potable y por el centro de la calzada la red de alcantarillado sanitario.

Pozos de revisión

Los pozos de revisión se proyectarán en todos los cambios de pendiente, de dirección y sección, excepto en las alcantarillas curvas de diámetros grandes. También se colocará pozos intermedios cuando sea necesario controlar la velocidad máxima.

La distancia máxima entre los pozos de revisión será: de 100m cuando el diámetro de la tubería sea igual o menor a 350mm, de 150m para diámetros comprendidos entre 400 y 800mm, y de 200m para diámetros mayores a 800mm.²²

²¹Ex IEOS. Op. Cit

Cuando a un pozo de visita concurren dos o más tuberías a un mismo nivel o niveles que permitan cumplir con las especificaciones relativas a pozos de visita, pueden instalarse sin mayor problema pero cuando no es posible por razones topográficas para mantener pendientes permisibles o economizar el costo de una excavación mayor, es necesario construir pozos de caída o de salto.²³

Los pozos de salto se aceptarán para tuberías de hasta 300mm de diámetro con un desnivel máximo de 0,90m de acuerdo a SSA (Ex – IEOS). El diámetro interior del pozo será de 0,90m para diámetros de tubería menores a 550mm, y de 1,20m para diámetros de tubería entre 600 y 800mm. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la boca de visita será en forma de un tronco de cono excéntrico con una altura mínima de 1,00m.²⁴

Sumideros de aguas lluvias

En los sistemas de alcantarillado pluvial se proyectarán sumideros para recoger el agua lluvia que escurre por las calzadas y se ubicarán en los puntos más bajos de las calles, accesos de puentes, terraplenes, sobre quebradas, etc. Cada sumidero se

²² BURBANO, OP. Cit. p. 126

²³ Ibid.

²⁴ Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito, Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado, Quito. 1999.

conectará al pozo de revisión más cercano mediante una tubería diseñada con suficiente capacidad hidráulica, no menor a 200 mm de diámetro²⁵.

Las dimensiones de los sumideros se definirán según su distanciamiento, tipo de pavimento, el ancho de las fajas de aporte y la pendiente longitudinal. Los sumideros contendrán sifones y pueden ser; transversales, de calzada, de bordillo, o una combinación de estos²⁶.

Según el Ex - IEOS, recomienda un sumidero estándar de 30x46 cm cada 80 m de longitud de calle o uno en cada esquina de la manzana si la longitud es menor a 80 m. Las descargas de los sumideros se harán al pozo de revisión. En las calles donde las longitudes sean mayores a las indicadas, o existan pendientes pronunciadas, se conviene incrementar la cantidad de sumideros o cambiar su dimensión hasta longitudes entre 1,5 y 2,0 m, justificando su cálculo de captación hidráulica superficial. En los sitios de las calles donde se acumulen las aguas lluvias superficiales, se incorporarán sumideros de bordillo directos, con una longitud máxima paralela a la vía de 1,50 m y válvula de clapeta en el pozo de revisión.²⁷

²⁵ BURBANO, Op. Cit. p. 128

²⁶ Ibid.

²⁷ IEOS Op. Cit.

3.6.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.

Los cálculos hidráulicos se realizaron en Microsoft Excel, de acuerdo a la tabla de diseño aprendida en el curso de Sanitaria III, materia dictada por el Ingeniero Guillermo Burbano, este método es manual, se verificó el cálculo de los diámetros tramo por tramo, así como el tiempo de concentración, para verificar el correcto funcionamiento del sistema evitando en todo momento que alguno de los tramos trabaje a presión debido a que se considera que este sistema debe trabajar a flujo libre.

El diseño consta de dos descargas, esto debido a que se priorizó la capacidad económica de la población, llegándose así a obtener diámetros máximos de 800 mm ya en los tramos de las descargas.

Eventualmente pequeños tramos de tubería podría trabajar a presión por periodos muy cortos de tiempo, esto cuando la intensidad de lluvia llegue a valores máximos.

Los cálculos hidráulicos constan en el **Anexo 3**.

CAPITULO IV

EVALUCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS AMBIENTALES

4.1.1 UBICACIÓN

La Parroquia San José de Dahuano está ubicada en el cantón Loreto, en la provincia de Orellana con altitudes que varían entre los 580 y 598 msnm, con una temperatura media de 26,6° C y una pluviosidad media anual de 3155.9 mm.

4.1.2. TOPOGRAFÍA

La topografía de la zona varía de suaves pendientes a lo largo de la vía principal, hasta pendientes medias a fuertes en la ladera del río Dahuano en cuya cuenca se realizarán las dos descargas.

4.1.3. RECURSOS HÍDRICOS

En la zona del proyecto existe la presencia de esteros que se conducen hacia el río Dahuano, por lo que este recurso si está siendo afectado por la falta de la red de alcantarillado ya sea pluvial y mucho más si no existe alcantarillado sanitario.

4.1.4. FLORA Y FAUNA

En la provincia de Orellana tiene riqueza en lo que corresponde a flora y fauna, posee bosque húmedo tropical con árboles de gran altura, con una densa población de especies arbóreas. La fauna está representada por variedad de anfibios, reptiles, insectos, peces; aves como: halcón, martín pescador, loros, tucanes; mamíferos como: armadillo, venados, puerco espín, oso hormiguero, mono barizo, mono aullador; roedores como: capibara, ratones, guanta, raposa, etc.

Alto porcentaje de especies animales ha visto reducido su hábitat debido a la caza y tala indiscriminada, por lo que no se encuentran ya en los centros poblados sino selva adentro.

En el sector del proyecto existe vegetación y fauna silvestre, aunque en la actualidad parte de terreno de esta zona ha sido removido para trabajos urbanísticos por tratarse de la cabecera parroquial. En cuanto a la fauna existe la presencia de animales domésticos y ganado vacuno, aunque la mayor actividad en el sector es el comercio.

4.1.5. USOS DEL SUELO

El sector en estudio se encuentra ubicado en una zona agrícola residencial, la cabecera parroquial cuenta con viviendas, comercios, establecimientos educativos, públicos, comunitarios. La vía principal de acceso atraviesa toda la cabecera parroquial, es asfaltada de primer orden.

4.1.6. ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS Y CULTURALES

La población que se encuentra dentro del área de influencia del proyecto se dedica básicamente a la agricultura y al comercio. En este sentido el sector presenta actualmente un proceso de cambio de uso del suelo, producto del proceso de ocupación y consolidación de la tierra para uso habitacional.

Todos los aspectos socio-económicos se encuentran detallados en el capítulo I de esta disertación.

4.2. NECESIDAD DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La construcción del sistema de alcantarillado pluvial de la cabecera parroquial de San José de Dahuano producirá varios efectos en el medio ambiente, por lo que se hace necesario conocer los aspectos básicos de éste, comprender el sentido del proceso de impacto ambiental para poder seleccionar y aplicar las metodologías de prevención de dichos impactos.

4.3. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

4.3.1. BASES DE DISEÑO

Las bases de diseño se han descrito con cierto grado de detalle en el capítulo III y sus características principales se pueden apreciar en los planos de implantación. Se ha tenido en cuenta los diferentes componentes del proyecto y sus obras complementarias. Se prevé la construcción de este servicio básico para dar solución a la falta de infraestructura básica de saneamiento para la población de la cabecera parroquial.

4.3.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En la cabecera parroquial de San José de Dahuano, el método para determinar y evaluar los efectos que se van a producir por la construcción, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado pluvial, será la **Matriz Causa – Efecto**, esta tendrá el mismo formato con el cual se trabaja en la Comisión de Consultoría del Área de Ingeniería, de la EMAP-Q.

Este sistema en primera instancia ubica las componentes ambientales y sus acciones, además es el más utilizado en nuestro medio cuando se trata de este tipo de proyectos, su ventaja es que nos permite conocer y determinar la influencia ambiental del sistema de alcantarillado en el área en la cual se va a desarrollar y en sus alrededores.

La Matriz Causa – Efecto es un proceso sistemático de evaluación de Impacto Ambiental basado en; la matriz de Leopold, las listas de control y diagramas de interacción.

Este sistema de evaluación, permite identificar la probabilidad que ocurra un impacto ambiental, y su grado de injerencia.

Para esto se debe determinar las características del proyecto y las categorías ambientales, luego se debe hacer un listado de acciones que podrían causar impacto ambiental en la zona donde se desarrolla el proyecto, con estos datos se puede calificar los impactos mediante un método de cuantificación.

Los pasos a seguir para la elaboración del modelo son los siguientes:

1. Analizar las actividades que se van a realizar en el proyecto y sus procesos alternativos.
2. Definir, describir y estudiar el entorno para cada factor ambiental.
3. Determinar las acciones que se generan por operación y procesos de la actividad.
4. Primera aproximación de los efectos que la actividad este generando sobre el medio.
5. Determinar los factores que pueden ser afectados por las acciones realizadas en el desarrollo del proyecto.
6. Determinar las relaciones causa – efecto entre los factores ambientales y las acciones de la actividad.
7. Cuantificación y cualificación de los impactos sobre cada factor ambiental.
8. Detallar un informe en el cual se determine las medidas correctivas, compensatorias y precauteladoras, con el fin de evitar la menor cantidad de impactos ambientales en el desarrollo del proyecto.

4.3.3. FACTORES AMBIENTALES

Los factores ambientales serán analizados en las diferentes etapas por las cuales se desarrollará el Sistema de Alcantarillado Pluvial, las cuales son; construcción, operación y mantenimiento, se detallan a continuación.

Aspectos Ambientales de Construcción.

Impacto ambiental	Factor Ambiental
Pérdida de suelo vegetal	Suelo - vegetación
Deterioro del paisaje	Suelo - paisaje
Aumento de Nivel de Empleo	Humano
Alteración del sistema terrestre y acuático	Vegetación - Fauna
Perturbación de actividades típicas	Atmósfera
Tala de vegetación	Vegetación
Daños de salud de habitantes y trabajadores	Humano
Alteración de la topografía	Paisaje
Desplazamiento temporal de vida animal	Fauna
Disminución de capa vegetal	Vegetación
Cambio de uso del suelo	Suelo
Dispersión y transporte de partículas	Atmósfera
Disminución de calidad del aire	Atmósfera
Incremento de Ruido	Atmósfera
Riesgo de Contaminación	Suelo - agua
Incremento de Erosión	Suelo
Disminución del recurso de agua para consumo	Agua

Aspectos Ambientales de Operación.

Impacto Ambiental	Factor Ambiental
Alteración del agua superficial	Agua
Riesgo de Afectación de recursos hídricos	agua
Aumento del valor del suelo	Suelo
Afectación de hábitat de especies	Fauna
Aumento de nivel de empleo	Humano

Aspectos Ambientales de Mantenimiento.

Impacto Ambiental	Factor Ambiental
Incrementos de niveles de ruido	Atmósfera
Aumento de nivel de empleo	Humano
Molestias de Accesibilidad	Humano
Restitución de servicios	Humano

4.3.3.1 ANALISIS AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

Todo proyecto a realizarse conlleva la aparición de impactos ambientales negativos, para los cuales se definirán las medidas correctivas correspondientes.

Para el análisis ambiental del proyecto, se considerarán adicionalmente en la calificación ambiental, en cuanto a impactos se refiere, los siguientes parámetros de calificación que miden el nivel de impacto por la construcción, operación y mantenimiento.

1.- Signo.

El signo se encarga de identificar si la acción es beneficiosa (+), o es perjudicial (-).

2.- Intensidad.

Se lo reconoce con el símbolo "IN", esta se encarga de determinar la capacidad de destrucción del impacto ambiental, y se valora del 1 al 12; donde, 1 significa que no causa mayor efecto y 12 que causa la destrucción total del factor ambiental.

3.- Extensión.

Se lo reconoce con el símbolo "EX", indica el área de influencia del impacto con relación a la actividad, y se lo valora del 1 al 8; donde, 1 indica que el efecto es puntual y 8 que se dispersa en el entorno de la actividad.

4.- Momento.

Se lo reconoce con el símbolo "MO", se encarga de determinar el tiempo que va a transcurrir entre el comienzo de la actividad y el comienzo del efecto, y se lo valor del 1 al 4, y cada valor significa lo siguiente:

- Momento inmediato, significa que es al instante y el tiempo es nulo y se valora con el número 4.
- Corto plazo, significa que es menor a 1 año, y se lo valora con el número 3.
- Mediano plazo, significa que se encuentre entre 1 a 5 años, y se lo valora con el número 2.
- Largo plazo, significa que es mayor de 5 años, y se lo valora con el número 1.

5.- Persistencia.

Se lo reconoce con el símbolo "PE", e indica el tiempo en que permanecerá el efecto hasta que el factor vuelva a tener sus condiciones normales, se lo valora del 1 al 3, y cada valor significa lo siguiente:

- Efecto Fugaz, dura menos de un año, y su valor numérico es 1.
- Efecto Temporal, dura entre 1 y 10 años, y su valor numérico es 2.

- Efecto Permanente, dura más de 10 años, y su valor numérico es 3.

6.- Reversibilidad.

Se lo reconoce con el símbolo "RV", significa la capacidad que tiene el factor ambiental en recuperar sus condiciones normales por medios naturales, cuando ha sido afectado. Se lo valora del 1 al 3, y cada valor significa lo siguiente:

- Corto plazo se lo valora con el número 1.
- Mediano plazo se lo valora con el número 2.
- Largo plazo se lo valora con el número 3.

7.- Recuperabilidad.

Se lo reconoce con el símbolo "MC", significa la capacidad que tiene el factor ambiental en recuperar sus condiciones normales por medio del hombre, cuando ha sido afectado. Se lo valora del 1 al 3, y cada valor significa lo siguiente:

- Corto plazo se lo valora con el número 1.
- Mediano plazo se lo valora con el número 2.
- Largo plazo se lo valora con el número 3.

8.- Sinergia.

Se lo reconoce con el símbolo "SI", e indica si el efecto que tienen dos diferentes acciones simultáneamente, es mayor que el efecto que producen las dos mismas acciones pero en diferentes momentos. Se lo valora del 1 al 3, y cada valor significa lo siguiente:

- Cuando la acción no es sinérgica con otras acciones se lo valora con el número 1.
- Si se presenta sinergia moderada se lo valora con el número 2.
- Si la acción es altamente sinérgica, se lo valora con el número 3.

9.- Acumulación.

Con el símbolo "AC", es el incremento de la manifestación de efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción. Esta se valora de la siguiente manera:

- Acumulación simple, cuando la acción no produce efectos acumulativos, y se la valora con el número 1.
- Cuando el efecto producido es acumulativo se lo valora con el número 4.

10.- Efecto.

Se lo reconoce con el símbolo "EF", es la relación causa – efecto entre las acciones y los factores. Esta se valora de la siguiente manera:

- Efecto directo a partir de un efecto primario, y se la valora con el número 1.
- Efecto indirecto a partir de un efecto primario, y se lo valora con el número 4.

11.- Periodicidad.

Se lo reconoce con el símbolo "PR", es la regularidad de la manifestación del efecto. Esta se valora del 1 al 3, y cada valor significa lo siguiente:

- Efecto continuo, y se lo valora con el número 3.
- Efecto periódico, y se lo valora con el número 2.
- Efecto irregular, y se lo valora con el número 1.

12.- Importancia del Impacto.

Se lo reconoce con el símbolo "I", esta indica la importancia del impacto por la intervención de todos los elementos antes mencionados, y se lo valora con la siguiente fórmula:

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

4.3.3.2 ASPECTOS AMBIENTALES, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Con el fin de que se realice la operación y mantenimiento adecuados del proyecto, desde el punto de vista ambiental, la entidad a su cargo deberá acoger y ejecutar las medidas de atenuación contempladas en el Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Seguimiento y Monitoreo Ambiental. A base de esta documentación, se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Control de las descargas del sistema, para asegurar el cumplimiento del marco legal existente, en cuanto se refiere al vertido de aguas lluvias y el uso del cuerpo receptor aguas abajo,

- Medidas de control de deforestación, erosión, sedimentación y control de la contaminación en las cuencas de los recursos hídricos receptores de aguas lluvias; y,
- Aplicar recomendaciones dadas a los constructores en lo que tiene que ver con calibración de motores de la maquinaria, para evitar la contaminación a la atmósfera, así como la disposición adecuada de los desechos de mantenimiento de la maquinaria. Se dará especial interés al manejo y disposición adecuada de los escombros y los desechos de construcción, así como a las especificaciones técnicas constructivas, enfocadas desde el punto de vista ambiental.

En el **Anexo 4** se presentan las matrices causa-efecto de los impactos generados en la interacción proyecto-ambiente para el sistema de alcantarillado pluvial de la cabecera parroquial de San José de Dahuano, en las fases de construcción, operación y mantenimiento.

4.3.3.3 IMPACTOS POSITIVOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

- En esta etapa se generarán fuentes de trabajo, las mismas que pueden ser ocupadas por los habitantes de la misma parroquia generando ingresos económicos para su subsistencia.

- Los hábitos y costumbres de los habitantes irán mejorando paulatinamente conforme el proyecto vaya avanzando, mejorando el estilo de vida de los pobladores.
- Se deberá incentivar a los habitantes de la parroquia a tomar medidas preventivas para preservar su salud, por medio de charlas sanitarias con el fin de modificar hábitos y costumbres para la adecuada utilización del nuevo sistema de alcantarillado.

4.3.3.4. IMPACTOS POSITIVOS DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

- En el instante en que empiece a funcionar el sistema de alcantarillado, el estilo de vida de la población mejorará notablemente debido al mejoramiento de las prácticas de hábito e higiene.
- En esta fase también existirá la posibilidad de generar fuentes de trabajo para los habitantes de la zona quienes son los llamados al manejo operacional del mismo.

- Al contar con eficiente sistema de alcantarillado y garantizar su buen mantenimiento durante la vida útil del mismo, se producirá un incremento poblacional, el mejoramiento de la infraestructura lo que traerá consigo la revalorización de la zona (plusvalía).
- Habrá mejoramiento de las condiciones sanitarias, bienestar y salud de la población, reduciendo así las enfermedades producidas por efecto de la falta del servicio.

4.4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

4.4.1. Medidas para Mitigar Impactos Ambientales negativos durante la ejecución del proyecto.

Las medidas de mitigación tienen por objetivo prevenir los posibles impactos ambientales en cada etapa del proyecto antes realizarlos, con esto se minimizará y se controlará los posibles daños al medio ambiente en la parroquia. Para esto a continuación se indicará las medidas a tomar para cada medio.

4.4.1.1. Medio Físico.

Hidrología.

La hidrología de la parroquia San José de Dahuano, no se verá afectada, por tratarse de un sistema de alcantarillado pluvial, solo evacuará aguas provenientes de las precipitaciones que se produzcan en el sector, por lo tanto no existirá daños severos en la calidad del agua del río Dahuano que es el cuerpo receptor.

Es importante siempre realizar pruebas de laboratorio para determinar que los materiales a utilizar estén en buenas condiciones (pruebas de resistencia de tubería), y también se debe realizar pruebas hidrológicas en el terreno y en la zona de descarga.

Relieve, Uso y Calidad del Suelo

El suelo es el medio físico que va a ser más afectado por impactos ambientales al momento de construir el sistema de alcantarillado para la parroquia de Dahuano.

Para evitar el desgaste del suelo se requiere un buen levantamiento y estudio topográfico, el mismo que ayudará a evitar que el volumen del suelo donde se va a desarrollar el proyecto sea afectado en grandes cantidades, con esta medida se evita la erosión, y la pérdida de capa vegetal exagerada.

Al momento de la excavación es importante separar la primera capa superficial del terreno de la zanja, con el fin de utilizar el mismo suelo al momento de rellenar la zanja después de realizar el entubado.

Calidad del Aire.

Para evitar contaminación en el aire en el proceso constructivo, se debe tener en cuenta los tiempos necesarios de uso de maquinaria para la excavación, con esto se evitará en lo posible el aumento del ruido, la contaminación por smog, y se disminuirá la dispersión de partículas que generan polvo y ácaros.

Es importante mencionar, que al utilizar maquinaria pesada, se debe tener un control adecuado en el mantenimiento de los motores, con el fin de disminuir la contaminación del aire.

4.4.1.2 Medio Social.

Ambiente Social.

Como se puede observar en la matriz causa – efecto, en todas las etapas del sistema de alcantarillado los impactos ambientales a los seres humanos son positivos, pero para obtener estos resultados, se deberá utilizar la mayor cantidad de mano de obra de pobladores de la parroquia y de sus alrededores, con el motivo de incrementar el nivel de empleo en la zona del proyecto.

Es importante tener medidas de seguridad al momento de la construcción, con el fin de evitar enfermedades y accidentes a los trabajadores, para esto se deberá realizar charlas preventivas para que utilicen mascarillas, chalecos de identificación, lentes protectores, cascos, y todas las demás medidas de seguridad que se pueda tener, además se deberá contar con un botiquín de primeros auxilios al alcance de todos los trabajadores.

Dejar tramos de paso peatonal, durante las excavaciones, rellenos, etc. e instalación de puentes peatonales móviles si el caso lo exige. De igual manera las horas de trabajo no deberán afectar el descanso cotidiano de la población.

Será necesaria la participación de promotores sanitarios durante la vida útil del sistema, con el fin de motivar a los habitantes de su buen uso y mejorar así sus condiciones de vida y salud. Se deberá organizar charlas periódicas con el propósito de educar a la población para evitar que se arroje basura y desechos sólidos a los sumideros y pozos de revisión.

Se recomienda que se cumpla con las ordenanzas municipales para la evacuación de aguas de tipo industrial cercanas a la zona.

CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES

Las especificaciones técnicas tanto de construcción como de materiales, han sido proporcionadas por el manual de Especificaciones Técnicas de Construcción y Materiales de Construcción, del departamento de Diseño de la Empresa Municipal de Agua Potable de Quito (EMAP-Q).

5.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CONSTRUCCIÓN.

5.1.1. Replanteo y Nivelación

5.1.1.1. Definición

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

5.1.1.2 Especificaciones

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deberán ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberán colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

5.1.1.3 Forma de Pago

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

5.1.2 Limpieza y Desbroce

5.1.2.1 Definición

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas

indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción los árboles, incluidas sus raíces, arbustos, hierbas, etc., y cualquier vegetación en las áreas de construcción, áreas de servidumbre de mantenimiento y proceder a la disposición final en forma satisfactoria para el fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

5.1.2.2 Especificaciones

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción, en los sitios donde señale el ingeniero fiscalizador o los planos.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante y deberá ser estibado en los sitios que se indique, no pudiendo ser utilizado por el constructor sin previo consentimiento de aquél.

Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desbroce efectuados indebidamente dentro de las zonas de construcción, serán de la responsabilidad del constructor.

Cuando se presenten en los sitios de las obras árboles que obligatoriamente deben ser retirados para la construcción, éstos deben ser retirados desde sus raíces tomando todas las precauciones del caso para evitar daños en las áreas circundantes. Deben ser medidos y cuantificados para proceder al pago por metro cúbico de desbosque.

5.1.2.3 Forma de Pago

Se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el constructor fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto, a no ser que lo disponga el ingeniero fiscalizador de la obra.

5.1.3 Excavaciones

5.1.3.1 Definición

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar elementos estructurales, las obras de descargas, las tuberías y colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar éstas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

5.1.3.2 Especificaciones

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones, pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos, en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del ingeniero fiscalizador.

El fondo de la zanja tendrá un ancho suficiente para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor

que el diámetro exterior del tubo más 0,50m, sin entibados; con entibamiento se considerará un ancho de zanja no mayor al diámetro exterior del tubo más 0,80 m; la profundidad mínima para zanjas de alcantarillado será 1,10 m más el diámetro exterior del tubo más 0,10m al fondo que corresponderán al espacio necesario para conformar la cama de arena de apoyo para la tubería.

En ningún caso se excavará, tan profundo que la tierra de base de los tubos sea aflojada o removida.

Las excavaciones deberán ser afinadas de tal forma que cualquier punto de las paredes no difiera en más de 5 cm de la sección del proyecto, cuidándose de que esta desviación no se haga en forma sistemática.

Se debe vigilar que desde el momento en que se inicie la excavación, hasta que termine el relleno, incluyendo la instalación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso mayor de siete días calendario, salvo en las condiciones especiales que serán absueltas por el ingeniero fiscalizador.

Cuando a juicio del ingeniero fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá

a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del ingeniero fiscalizador sea conveniente.

Si los materiales de fundación natural son aflojados y alterados por culpa del constructor, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado, compactado, usando un material conveniente aprobado por el ingeniero fiscalizador y a costo del contratista.

Excavación a mano en tierra

Se entenderá por excavación a mano sin clasificar la que se realice en materiales que pueden ser aflojados por los métodos ordinarios, aceptando presencia de fragmentos rocosos cuya dimensión máxima no supere los 5cm, y el 40% del volumen excavado.

Excavación a mano en conglomerado y roca

Se entenderá por excavación a mano en conglomerado y roca, el trabajo de remover y desalojar fuera de la zanja los materiales que no pueden ser aflojados por los métodos ordinarios.

Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, aceptando la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5cm y 60cm.

Se entenderá por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmentos con un volumen mayor de 200dm³, y que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para erigir las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como roca, aunque su volumen sea menor de 200dm³.

Cuando el fondo de la excavación, o plano de fundación tenga roca, se sobre excavará una altura conveniente y se colocará replantillo con material adecuado de conformidad con el criterio del ingeniero fiscalizador.

Excavación con presencia de agua (fango)

La realización de esta excavación en zanja se ocasiona por la presencia de aguas cuyo origen puede ser por diversas causas, como el agua dificulta el trabajo y disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, es necesario tomar las debidas precauciones y protecciones. Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones pueden ser bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones deberán estar libres de agua antes de colocar las tuberías y colectores; bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

Excavación a máquina en tierra

Se entenderá por excavación a máquina de zanjas la que se realice según el proyecto para la fundición de elementos estructurales, alojar la tubería o colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar, limpiar el replantillo y taludes de las

mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación de las zanjas por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería.

Excavación a máquina en tierra, comprenderá la remoción de todo tipo de material (sin clasificar) no incluido en las definiciones de roca, conglomerado y fango.

Excavación a máquina en conglomerado y roca

Se entenderá por excavación a máquina en conglomerado y roca, el trabajo de romper y desalojar con máquina fuera de la zanja los materiales mencionados.

Se entenderá por conglomerado la mezcla natural formada de un esqueleto mineral de áridos de diferente granulometría y un ligante, dotada de características de resistencia y cohesión, con la presencia de bloques rocosos cuya dimensión se encuentre entre 5cm y 60cm.

Se entenderá por roca todo material mineral sólido que se encuentre en estado natural en grandes masas o fragmentos con un volumen mayor de 200 dm³ y, que requieren el uso de explosivos y/o equipo especial para su excavación y desalojo.

Cuando haya que extraer de la zanja fragmentos de rocas o de mamposterías, que en sitio formen parte de macizos que no tengan que ser extraídos totalmente para erigir

las estructuras, los pedazos que se excaven dentro de los límites presumidos, serán considerados como roca, aunque su volumen sea menor de 200 dm³.

Cuando el fondo de la excavación, o plano de fundación tenga roca, se sobre excavará una altura conveniente y se colocará replantillo adecuado de conformidad con el criterio del ingeniero fiscalizador.

Excavación a máquina con presencia de agua (en fango)

La realización de excavación a máquina de zanjas, con presencia de agua, puede ocasionarse por la aparición de aguas provenientes por diversas causas.

Como el agua dificulta el trabajo, disminuye la seguridad de personas y de la obra misma, es necesario tomar las debidas precauciones y protecciones.

Los métodos y formas de eliminar el agua de las excavaciones pueden ser bombeo, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe limitar efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Todas las excavaciones deberán estar libres de agua antes de colocar las tuberías y colectores, bajo ningún concepto se colocarán bajo agua.

Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías hayan sido completamente acopladas y en ese estado se conservarán por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

5.1.3.3 Forma de Pago

La excavación sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos (m³) con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al constructor.

El pago se realizará por el volumen realmente excavado. Se tomará en cuenta las sobre-excavaciones cuando éstas sean debidamente aprobadas por el ingeniero fiscalizador.

Los rasanteos de zanjas, conformación y compactación de subrasante, conformación de rasante de vías y la conformación de taludes se. Medirán en metros cuadrados (m²) con aproximación a la décima.

5.1.4 Relleno y Compactación

5.1.4.1 Definición

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para cerrar con materiales y técnicas apropiadas las excavaciones que se hayan realizado para alojar tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno o la calzada a nivel de subrasante sin considerar el espesor de la estructura del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

5.1.4.2 Especificaciones

Relleno

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del ingeniero fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el

constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El ingeniero fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del ingeniero fiscalizador. El constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería u otras estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Las estructuras fundidas en sitio no serán cubiertas de relleno hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

La primera parte del relleno, que debe incluir una sección de 0,10 m de espesor con el fin de ser utilizada como cama de apoyo para la tubería, se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería, el relleno se hará en su totalidad con el material indicado.

Como norma general, el apisonado hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrán emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30cm sobre ella o cualquier otra estructura.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras lo suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, o cualquier otra protección que el fiscalizador considere conveniente.

En cada caso particular el ingeniero fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

La construcción de las estructuras de los pozos de revisión requeridos en la calles, incluyendo la instalación de sus cercos y tapas metálicas, deberá realizarse simultáneamente con la terminación del relleno y capa de rodadura para restablecer el servicio del tránsito lo antes posible en cada tramo.

Compactación

El grado de compactación que se debe dar a un relleno, varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así en las calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas, se requiere el 95 % del ASSHTO- T180; en calles de poca importancia o de tráfico menor y, en zonas donde no existen calles ni posibilidad de expansión de la población se requerirá el 90 % de compactación del ASSHTO-T180.

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos, si el ancho de la zanja lo permite, se pueden utilizar rodillos pata de cabra. Cualquiera que sea el equipo, se pondrá especial cuidado para no producir daños en las tuberías. Con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad del material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

Una vez que la zanja haya sido rellena y compactada, el constructor deberá limpiar la calle de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el ingeniero fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada.

Material para relleno: excavado, de préstamo

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que, previo el visto bueno del ingeniero fiscalizador, se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1600 kg/m³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5cm.
- c) Deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

5.1.4.3 Forma de Pago

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el constructor le será medido para fines de pago en m³, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

5.1.5 Acarreo y Transporte de Materiales

5.1.5.1 Definición

ACARREO

Se entenderá por acarreo de material producto de excavaciones la operación de cargar y transportar dicho material hasta los bancos de desperdicio o almacenamiento que se encuentren en la zona de libre colocación, que señale el proyecto y/o el ingeniero fiscalizador.

El acarreo comprenderá también la actividad de movilizar el material producto de las excavaciones, de un sitio a otro, dentro del área de construcción de la obra y a una

distancia mayor de 100m, medida desde la ubicación original del material, en el caso de que se requiera utilizar dicho material para reposición o relleno. Si el acarreo se realiza en una distancia menor a 100m, su costo se deberá incluir en el rubro que ocasione dicho acarreo.

El acarreo se podrá realizar con carretillas, al hombro o mediante cualquier otra forma aceptable para su cabal cumplimiento.

Si existiesen zonas en el proyecto a las que no se puede llegar hasta el sitio mismo de construcción de la obra con materiales pétreos y otros, sino que deben ser descargados cerca de ésta debido a que no existen vías de acceso carrózales, el acarreo de estos materiales será considerado dentro del análisis del rubro.

TRANSPORTE

Se entiende por transporte todas las tareas que permiten llevar al sitio de obra todos los materiales necesarios para su ejecución, para los que en los planos y documentos de la obra se indicará cuales son; y el desalojo desde el sitio de obra a los lugares terminados por el fiscalizador, de todos los materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados. Este rubro incluye: carga, transporte y volteo final.

5.1.5.2 Especificaciones

ACARREO

El acarreo de materiales producto de las excavaciones o determinado por documentos de la obra, autorizados por la fiscalización, se deberá realizar por medio de equipo mecánico adecuado en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción de tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes. Incluyen las actividades de carga, transporte y volteo.

TRANSPORTE

El transporte se realizará del material autorizado por el fiscalizador y a los sitios dispuestos por la fiscalización, este trabajo se ejecutará con los equipos adecuados, y de tal forma que no cause molestias a los usuarios de las vías ni a los moradores de los sitios de acopio.

El transporte deberá hacerse a los sitios señalados y por las rutas de recorrido fijadas por el fiscalizador, si el contratista decidiera otra ruta u otro sitio de recepción de los materiales desalojados o transportados, la distancia para el pago será aquella determinada por el fiscalizador.

5.1.5.3 Forma de Pago

ACARREO

Los trabajos de acarreo de material producto de la excavación se medirán para fines de pago en la forma siguiente:

- El acarreo del material producto de la excavación en una distancia dentro de la zona de libre colocación se medirá para fines de pago en metros cúbicos (m³) con dos decimales de aproximación, de acuerdo a los precios estipulados en el contrato, para el concepto de trabajo correspondiente.
- Por zona de libre colocación se entenderá la zona comprendida entre el área de construcción de la obra y 1 (uno) kilómetro alrededor de la misma.

TRANSPORTE

El transporte para el pago será calculado como el producto del volumen realmente transportado, por la distancia desde el centro de gravedad del lugar de las excavaciones hasta el sitio de descarga señalado por el fiscalizador.

Para el cálculo del transporte, el volumen transportado será el realmente excavado, medido en metros cúbicos en el sitio de obra, y la distancia en kilómetros y fracción de kilómetro será la determinada por el fiscalizador en la ruta definida desde la obra al sitio de depósito.

5.1.6 Encofrado y Des Encofrado

5.1.6.1 Definición

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente, para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Desencofrado se refiere a aquellas actividades mediante las cuales se retiran los encofrados de los elementos fundidos, luego de que ha transcurrido un tiempo prudencial, y el hormigón vertido ha alcanzado cierta resistencia.

5.1.6.2 Especificaciones.

Los encofrados construidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes

para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1cm.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, que formarán el encofrado, por si solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón.

Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados, de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y los suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada. En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2mm.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir la más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados. La autorización previa del fiscalizador para el procedimiento del colado no relevará al constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son

adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al constructor el cálculo de elementos encofrados que justifiquen esa exigencia.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

5.1.6.3 Forma de Pago

Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m²) con aproximación de dos decimales.

Al efecto, se medirán directamente en la estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estén en contacto con los encofrados empleados.

No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación y que debió ser encofrado por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al constructor, ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.

La obra falsa de madera para sustentar los encofrados estará incluida en el pago.

El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que está constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del ingeniero fiscalizador

5.1.7 Trabajos Finales

5.1.7.1 Definición

El trabajo de limpieza final de obra consiste en la eliminación de basura, escombros y materiales sobrantes de la construcción en toda el área, dentro de los límites de la obra.

5.1.7.2 Especificaciones

La limpieza final de la obra se llevará a cabo con el equipo adecuado a las condiciones particulares del terreno, lo cual deberá decidirse de común acuerdo con el fiscalizador.

No se permitirá la quema de la basura, los restos de materiales y residuos producto de las obras deberán ser dispuestos en sitios aprobados por El Municipio de Loreto y conforme con la fiscalización.

5.1.7.3 Forma de Pago

La medida será el número de metros cuadrados de limpieza con aproximación de dos decimales. El pago será por la cantidad de metros cuadrados de limpieza ejecutados, al precio establecido en el contrato.

5.1.8 Construcción de Pozos de Revisión

5.1.8.1 Definición

Se entenderán por pozos de revisión, las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías o colectores de alcantarillado, especialmente para limpieza, incluye material, transporte e instalación.

5.1.8.2 Especificaciones

Los pozos de revisión serán construidos en donde señalen los planos y/o el ingeniero fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o Construcción de colectores.

Los pozos de revisión se construirán de acuerdo a los planos del proyecto, tanto los de diseño común como los de diseño especial que incluyen a aquellos que van sobre los colectores.

La construcción de la cimentación de los pozos de revisión deberá hacerse previamente a la colocación de la tubería o colector, para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos.

Todos los pozos de revisión deberán ser construidos en una fundación adecuada, de acuerdo a la carga que estos producen y de acuerdo a la calidad del terreno soportante.

Se usarán para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y reemplazarla por

material granular, o con hormigón de espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.

Los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y de acuerdo a los diseños del proyecto. En la planta de los pozos de revisión se realizarán los canales de media caña correspondientes, debiendo pulirse y acabarse perfectamente de acuerdo con los planos. Los canales se realizarán con uno de los procedimientos siguientes:

- Al hacerse el fundido del hormigón de la base se formarán directamente las "medias cañas", mediante el empleo de cerchas.
- Se colocarán tuberías cortadas a "media caña" al fundir el hormigón, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos de alcantarillado, colocando después del hormigón de la base, hasta la mitad de los conductos del alcantarillado, cortándose la mitad superior de los tubos después de que se endurezca suficientemente el hormigón. La utilización de este método no implica el pago adicional de longitud de tubería.

Para la construcción, los diferentes materiales se sujetarán a lo especificado en los numerales correspondientes de estas especificaciones y deberá incluir en el costo de

este rubro los siguientes materiales: hierro, cemento, agregados, agua, encofrado del pozo, cerco y tapa de hierro fundido.

Se deberá dar un acabado liso a la pared interior del pozo, en especial al área inferior ubicada hasta un metro del fondo.

Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 16mm de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse, en una longitud de 20cm y colocados a 40cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando un saliente de 15cm por 30cm de ancho, deberán ser pintados con dos manos de pintura anticorrosiva y deben colocarse en forma alternada.

La construcción de los pozos de revisión incluye la instalación del cerco y la tapa.

Los cercos y tapas pueden ser de hierro fundido u hormigón armado.

Los cercos y tapas de hierro fundido cumplirán con la Norma ASTM-C48 tipo C.

La armadura de las tapas de hormigón armado estará de acuerdo a los respectivos planos de detalle y el hormigón será de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

5.1.8.3 Forma de Pago

La construcción de los pozos de revisión se medirá en unidades, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del ingeniero fiscalizador, de conformidad a los diversos tipos y profundidades.

La construcción del pozo incluye: losa de fondo, paredes, estribos, cerco y tapa de hierro fundido.

La altura que se indica en estas especificaciones corresponde a la altura libre del pozo.

El pago se hará con los precios unitarios estipulados en el contrato.

5.1.9 Construcción de Conexiones Domiciliarias

5.1.9.1 Definición

Se entiende por construcción de cajas domiciliarias de hormigón simple, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor para poner en obra la caja de revisión que se unirá con una tubería a la red de alcantarillado pluvial.

5.1.9.2 Especificaciones

Las cajas domiciliarias pluviales deberán ser independientes de las cajas domiciliarias sanitarias.

Las cajas domiciliarias serán de hormigón simple de 180 kg/cm² y de profundidad variable de 0,60 m a 1,50 m se colocarán a 1 m de distancia frente a todo lote, en la mitad de la longitud de su flanco frontal, colocar las cajas domiciliarias dentro del lote.

La posición de las cajas domiciliarias en casos especiales puede ser definida o variada con el criterio técnico del ingeniero fiscalizador. Las cajas domiciliarias frente a los predios sin edificar se dejarán igualmente a la profundidad adecuada, y la guía que sale de la caja de revisión se taponará con bloque o ladrillo y un mortero pobre de cemento Portland.

Cada propiedad deberá tener una acometida propia al alcantarillado, con caja de revisión y tubería con un diámetro mínimo del ramal de 160mm al tratarse de caja domiciliaria pluvial. Cuando por razones topográficas sea imposible garantizar una salida independiente al alcantarillado, se permitirá para uno o varios lotes que por un mismo ramal auxiliar, éstos se conecten a la red.

Los tubos de conexión deben ser enchufados a las cajas domiciliarias de hormigón simple, en ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes interiores, para permitir el libre curso del agua.

Una vez que se hayan terminado de instalar las tuberías y accesorios de las conexiones domiciliarias, con la presencia del fiscalizador, se harán las pruebas correspondientes de funcionamiento y la verificación de que no existan fugas.

5.1.9.3 Forma de Pago

Las cantidades a cancelar por las cajas domiciliarias de hormigón simple de las conexiones domiciliarias serán las unidades efectivamente realizadas.

5.1.10 Construcción Sumideros de Calzada

5.1.10.1 Definición

Se entiende por sumideros de calzada o de acera, la estructura que permite la concentración y descarga del agua lluvia a la red de alcantarillado. El constructor

deberá realizar todas las actividades para construir dichas estructuras, de acuerdo con los planos de detalle y en los sitios que indique el proyecto y/u ordene el ingeniero fiscalizador, incluye suministro, transporte e instalación.

5.1.10.2 Especificaciones

Los sumideros de calzada para aguas lluvias serán construidos en los lugares señalados en los planos y de acuerdo a los perfiles longitudinales transversales y planos de detalles; estarán localizados en la parte más baja de la calzada favoreciendo la concentración de aguas lluvias en forma rápida e inmediata.

Los sumideros de calzada irán localizados en la calzada propiamente dicha, junto al bordillo o cinta gotera y generalmente al iniciarse las curvas en las esquinas.

Los sumideros se conectarán directamente a los pozos de revisión y únicamente en caso especial o detallado en los planos a la tubería. El tubo de conexión deberá quedar perfectamente recortado en la pared interior del pozo formando con este una superficie lisa.

Para el enchufe en el pozo no se utilizarán piezas especiales y únicamente se realizará el orificio en el mismo, a fin de obtener el enchufe mencionado.

La conexión del sumidero al pozo será mediante tubería de 200mm de diámetro. En la instalación de la tubería se deberá cuidar que la pendiente no sea menor del 2% ni mayor del 20%.

El cerco y rejilla se asentarán en los bordes del sumidero utilizando mortero cemento arena 1:3 Se deberá tener mucho cuidado en los niveles de tal manera de obtener superficies lisas en la calzada.

Rejilla

De acuerdo con los planos de detalle, las rejillas deben tener una sección de 0,60 m x 1m, las rejillas se colocarán sujetas al cerco mediante goznes de seguridad con pasadores de $d=1,60\text{cm}$ puestos a presión a través de los orificios dejados en el cerco.

La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal.

Todas las piezas serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura bitumástica uniforme, que en frío de una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa).

La fundición de los cercos y rejillas de hierro fundido para alcantarillado debe cumplir con la Norma ASTM A 48.

5.1.10.3 Forma de Pago

La construcción de sumideros de calzada o acera, en sistemas de alcantarillado, se medirá en unidades. Al efecto se determinará en obra el número de sumideros construidos de acuerdo a los planos y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

En el precio unitario se deberá incluir materiales como cemento, agregados, encofrado, el cerco y la rejilla (en el caso de que el rubro considere la provisión del cerco y la rejilla). Se deberá dar un acabado liso a las paredes interiores del sumidero.

5.1.11 Mantenimiento

5.1.11.1 Definición

Se entiende por mantenimiento al conjunto de acciones que deberá realizar el Municipio de Loreto o la entidad encargada de dicha actividad para conservar en buenas condiciones el sistema de alcantarillado diseñado.

5.1.11.2 Especificaciones

La entidad encargada de mantener la red deberá asegurar la limpieza y su buen funcionamiento antes de la época invernal, tras la verificación de velocidades existentes en planos, determinará los tramos de tubería que requieren de aumentos de caudales periódicos mediante el método que la mencionada empresa estime conveniente.

Los períodos de tiempo que deben transcurrir entre mantenimiento y mantenimiento estarán relacionados al sistema que la empresa elija para cumplir el propósito ya expuesto.

5.1.11.3 Forma de Pago

La medición del trabajo de mantenimiento estará en relación directa al sistema elegido por la entidad ejecutora de dicha acción para cumplir el mencionado propósito.

5.1.12 Medidas para Control de Polvo

5.1.12.1 Definición

Esta medida consiste en la aplicación de agua como paliativo para controlar el polvo que se producirá por la construcción de la obra, por el tráfico público que transita por el proyecto, etc.

5.1.12.2 Especificaciones

El agua será distribuida de modo uniforme por un carro cisterna el cual irá a una velocidad máxima de 5km/h equipado con un sistema de rociador a presión. La hora de aplicación será determinada de acuerdo con el grado de afectación, el cual se establecerá en obra.

Para evitar la generación de polvo al transportar material producto de excavaciones, movimiento de tierra, movimiento de escombros, construcción de la red y sus estructuras, se cubrirá con lona el material transportado por los volquetes.

Se ejecutará este procedimiento mientras dure la obra, especialmente el movimiento de tierra y escombros.

5.1.12.3 Forma de Pago

La unidad es por miles de litros o m³ y se pagará a los precios que consten en el contrato.

5.1.13 Medidas para la Prevención y Control de Contaminación del Aire

5.1.13.1 Definición

Establece pautas para prevenir y controlar los efectos ambientales negativos que se generan por efecto de las emisiones de gases contaminantes producidos por la

maquinaria, equipos a combustión y vehículos de transporte pesado, que son utilizados para la ejecución del proyecto.

5.1.13.2 Especificaciones

El contratista está obligado a controlar las emisiones de humos y gases mediante un adecuado mantenimiento de sus equipos y maquinaria propulsada por motores de combustión interna.

5.1.13.3 Forma de Pago

Los trabajos que deban realizarse dentro de esta medida, por su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se consideran en los rubros del contrato.

5.1.14 Medidas para la Prevención y Control de Ruidos y Vibraciones

5.1.14.1 Definición

El ruido es todo sonido indeseable percibido por el receptor y que al igual que las vibraciones puede generar repercusiones en la salud humana y también en la fauna que habita en el sector y animales domésticos.

5.1.14.2 Especificaciones

Por orden del fiscalizador, la maquinaria, equipos y vehículos de transporte que genere ruidos superiores a 75db, deben ser movilizadas desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados y solo retornar una vez que se cumpla la norma.

5.1.14.3 Forma de Pago

Estos trabajos no serán medidos ni pagados, dado que está bajo responsabilidad del contratista el mantenimiento y buen estado en lo que respecta al funcionamiento de sus equipos y maquinaria.

5.1.15 Medidas en Construcción o Adecuación de Campamento y Talleres

5.1.15.1 Definición

De acuerdo con las Especificaciones Técnicas del Ministerio de Obras Públicas, este rubro comprende las construcciones provisionales y obras conexas que el contratista debe realizar con el fin de proporcionar alojamiento y facilidades para el desempeño del personal que ejecuta la obra.

En el campamento y taller de máquinas deben amoblarse: oficina, bodegas, vivienda ocasional para porteros y guardianes, sitios de primeros auxilios, etc.

5.1.15.2 Especificaciones.

El campamento deberá estar provisto de instalaciones sanitarias básicas como son, agua potable, servicios sanitarios, duchas, energía eléctrica; se debe proveer un sitio cómodo para cuidar la salud de los trabajadores.

Ubicación:

El campamento debe estar ubicado en el sitio mismo del proyecto, este campamento debe ser de fácil desmontaje.

Operación:

Ya en operación, el contratista garantizará que el campamento satisfaga las necesidades sanitarias, higiénicas y de seguridad, lo cual se logrará únicamente contando con sistemas adecuados de provisión de servicios básicos ya detallados.

Desmantelamiento:

El procedimiento de levantar el campamento debe cumplir con las normas establecidas para el efecto.

5.1.15.3 Forma de Pago

Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa o sea los montos globales incluidos en el Contrato.

5.1.16 Medidas Ambientales para el Tratamiento de Escombreras

5.1.16.1 Definición

Se trata de los sitios destinados al depósito de escombros o botaderos, los cuales recibirán el material que se extraerá en la excavación de tierra para la construcción de la red de alcantarillado pluvial.

5.1.16.2 Especificaciones

El lugar de depósito de material producto de las excavaciones que se ejecutarán en la obra lo determinará el Municipio de Loreto, en sitios donde crea conveniente dicha acción.

Procedimiento de Trabajo:

El procedimiento de esta actividad lo determinará la autoridad competente del Municipio de Loreto, responsable de la reubicación y utilización de estos materiales.

5.1.16.3 Forma de Pago

No se pagará valor alguno por escombreras o similares.

5.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES.

5.2.1 Acero de Refuerzo

5.2.1.1 Definición

Acero en barras

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, pozos, tanques, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, cajas de revisión, etc., de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

5.2.1.2 Especificaciones

Acero en barras

El constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario; estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el ingeniero fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas

corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200kg/cm², grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM- A 617. El acero usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, las varillas de acero deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de hormigón simple, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de éste. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor está en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto, o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

5.2.1.3 Forma de Pago

La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg) con aproximación a la décima, para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el constructor, se verificará el acero colocado en la obra, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

5.2.2 Hormigones

5.2.2.1 Definición

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante, de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos) en proporciones adecuadas; puede tener aditivos con el fin de obtener cualidades especiales.

5.2.2.2 Especificaciones

GENERALIDADES

Estas especificaciones técnicas incluyen todas las características que deberán cumplir los materiales que formarán parte del hormigón a ser fabricado, así como los procesos que se tendrán que seguir para obtener un hormigón correctamente dosificado, transportado, manipulado y vertido. De esta manera se obtendrán los acabados y resistencias requeridas.

CLASES DE HORMIGÓN

Las clases de hormigón a utilizar en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenadas por el fiscalizador.

La clase de hormigón está relacionada con la resistencia requerida, el contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón.

Se reconocen 3 clases de hormigón, conforme se indica a continuación:

TABLA 14. Tipos de hormigón

TIPO DE HORMIGON	f 'c (Kg/cm ²)
HS	210
HS	180
HS	140

Fuente: EMAAP-Q

El hormigón de 210 kg/cm² está destinado al uso en estructuras, pozos o tanques.

El hormigón de 180 kg/cm² está destinado al uso en cajas de revisión domiciliarias o sumideros.

El hormigón de 140 kg/cm² está destinado al uso en replantillo.

Todos los hormigones a ser utilizados en la obra deberán ser diseñados en un laboratorio calificado por la entidad contratante. El contratista realizará diseños de mezclas, y mezclas de prueba con los materiales a ser empleados que se acopien en la obra, y sobre esta base y de acuerdo a los requerimientos del diseño entregado por el laboratorio, dispondrá la construcción de los hormigones.

Los cambios en la dosificación contarán con la aprobación del fiscalizador.

NORMAS

Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

Tolerancias

El constructor deberá tener mucho cuidado en la correcta realización de las estructuras de hormigón, de acuerdo a las especificaciones técnicas de construcción y de acuerdo a los requerimientos de planos estructurales, deberá garantizar su estabilidad y comportamiento.

El fiscalizador podrá aprobar o rechazar e inclusive ordenar rehacer una estructura cuando se hayan excedido los límites tolerables que se detallan a continuación:

Tolerancia para estructuras de hormigón armado:

a) Desviación de la vertical (plomada)	En 3 m	6mm
	En 6 m	10 mm

b) Variaciones en las dimensiones de las secciones transversales en los espesores de losas y paredes:	En menos	6 mm
	En más	12 mm

c) Reducción en espesores: menos del 5% de los espesores especificados

d) Variaciones de las dimensiones con relación a elementos estructurales individuales, de posición definitiva: en construcciones enterradas dos veces las tolerancias anotadas antes.

Tolerancias para colocación de acero de refuerzo:

a) Variación del recubrimiento de protección:

Con 50mm de recubrimiento: 6mm

Con 76 mm de recubrimiento: 12mm

b) Variación en el espaciamiento indicado: 10mm

5.2.2.3 Forma de Pago

El hormigón será medido en metros cúbicos con dos decimales de aproximación, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

Las estructuras de hormigón prefabricado se medirán en unidades.

5.2.3 Juntas de Construcción

5.2.3.1 Definición

Se entenderá por juntas de PVC, la cinta de ancho indicado en los planos y que sirve para impermeabilizar aquel plano de unión que forman dos hormigones que han sido vertidos en diferentes tiempos, que pertenecen a la misma estructura, y además tienen que formar un todo monolítico.

5.2.3.2 Especificaciones

Las juntas de PVC serán puestas en los sitios y forma que indique los planos del proyecto y/o la fiscalización. Los planos que formen las juntas de PVC estarán colocados en los puntos de mínimo esfuerzo cortante.

Antes de verter el hormigón nuevo las superficies de construcción serán lavadas y cepilladas con un cepillo de alambre y rociadas con agua, hasta que estén saturadas y mantenidas así hasta que el hormigón sea vaciado. Si la fiscalización así lo indica se pondrán chicotes de barras extras para garantizar de esta forma unión monolítica entre las partes.

5.2.3.3 Forma de Pago

Las cintas o juntas de PVC serán medidas en metros lineales, con dos decimales de aproximación, determinándose directamente en obra las cantidades correspondientes.

El área de empate entre la estructura antigua y la nueva se medirá en metros cuadrados, con dos decimales de aproximación.

5.2.4 Morteros

5.2.4.1 Definición

MORTERO

Mortero es la mezcla homogénea de cemento, arena y agua en proporciones adecuadas.

5.2.4.2 Especificaciones

Los componentes de los morteros se medirán por volumen mediante recipientes especiales de capacidad conocida.

Se mezclarán convenientemente hasta que el conjunto resulte homogéneo en color y plasticidad, tenga consistencia normal y no haya exceso de agua.

El mortero podrá prepararse a mano o con hormigonera, según convenga de acuerdo con el volumen que se necesita.

En el primer caso la arena y el cemento, en las proporciones indicadas, se mezclarán en seco hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, agregándose después la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable. Si el mortero se prepara en la hormigonera tendrá una duración mínima de mezclado de 1 ½ minutos. El mortero de cemento debe ser usado inmediatamente después de preparado, por ningún motivo debe usarse después de 40 minutos de preparado, ni tampoco rehumedecido, mucho menos de un día para otro.

La dosificación de los morteros varía de acuerdo a las necesidades siguientes:

a) Masilla de dosificación 1:0, utilizada regularmente para alisar los enlucidos de todas las superficies en contacto con el agua.

b) Mortero de dosificación 1:2, utilizado regularmente en enlucidos de obras de captación, superficies bajo agua, enlucidos de base y zócalos de pozos de revisión, con impermeabilizante para enlucidos de fosas de piso e interiores de paredes de tanques.

c) Mortero de dosificación 1:3, utilizado regularmente en enlucidos de superficie en contacto con el agua, exteriores de paredes de tanques.

d) Mortero de dosificación 1:6, utilizado regularmente para mamposterías sobre el nivel de terreno y enlucidos generales de paredes.

e) Mortero de dosificación 1:7, utilizado regularmente para mamposterías de obras provisionales.

5.2.4.3 Forma de Pago

Los morteros de hormigón no se medirán en metros cúbicos, con dos decimales de aproximación. Se determinarán las cantidades directamente en obras y en base de lo indicado en el proyecto y las órdenes del ingeniero fiscalizador.

5.2.5 Rótulos y Señales

5.2.5.1 Definición

Es indispensable que, conjuntamente con el inicio de la obra el contratista, suministre e instale un letrero cuyo diseño le facilitará el MUNICIPIO LORETO.

5.2.5.2 Especificaciones

El letrero será de tol recubierto con pintura anticorrosiva y esmalte de colores, asegurado a un marco metálico; será construido en taller y se sujetará a las especificaciones de trabajos en metal y pintura existentes para el efecto, y a entera satisfacción del fiscalizador.

LOCALIZACIÓN

Deberá ser colocado en un lugar visible y que no interfiera al tránsito vehicular ni peatonal.

5.2.5.3 Forma de Pago

El suministro e instalación del rotulo con características del proyecto se medirá en metros cuadrados con aproximación de un decimal.

5.2.6 Peldaños

5.2.6.1 Definición

Se entenderá por estribo o peldaño de hierro, el conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos a las varillas de acero y luego colocarlas en las paredes de las estructuras de sistemas de alcantarillado, con la finalidad de tener acceso a ellos.

5.2.6.2 Especificaciones

El constructor suministrará, dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario y de la calidad estipulada en los planos; estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el ingeniero fiscalizador de la

obra. El acero usado o instalado por el constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

El acero deberá ser doblado en forma adecuada y en las dimensiones que indiquen los planos, previamente a su empleo en las estructuras de tanques, cámaras o pozos.

Las distancias a que deben colocarse los estribos de acero será las que se indique en los planos, la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser los que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, los estribos de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden empotrados en la pared de hormigón del pozo. El empotramiento de los estribos deberá ser simultáneo con la fundición de las paredes de manera que quede como una unión monolítica.

5.2.6.3 Forma de Pago

La colocación de estribos de acero se medirá en unidades; el pago se hará de acuerdo con los precios unitarios estipulados en el contrato.

5.2.7 Suministro, Instalación de Tubería Plástica PVC de Alcantarillado.

5.2.7.1 Definición

Comprende el suministro, instalación y prueba de la tubería plástica para alcantarillado, la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

5.2.7.2 Especificaciones

La tubería plástica a suministrar deberá cumplir con las siguientes normas:

- INEN 2059 segunda revisión "tubos de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado"

Requisitos. El oferente presentará su propuesta para la tubería plástica, siempre sujetándose a la NORMA INEN 2059 SEGUNDA REVISIÓN, tubería de pared estructurada, en función de cada serie y diámetro, a fin de facilitar la construcción de las redes y permitir optimizar el mantenimiento del sistema de alcantarillado.

La superficie interior de la tubería deberá ser lisa. En el precio de la tubería a ofertar se deberán incluir las uniones correspondientes.

INSTALACIÓN Y PRUEBA DE LA TUBERÍA PLÁSTICA

Corresponde a todas las operaciones que debe realizar el constructor, para instalar la tubería y luego probarla, a satisfacción de la fiscalización.

Entiéndase por tubería de plástico todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular. La tubería plástica de uso generalizado se fabrica de materiales termoplásticos.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería plástica contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje.

Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su almacenamiento, y se las hará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La

altura de las pilas y en general la forma de almacenamiento será la que recomiende el fabricante.

Debe almacenarse la tubería de plástico en los sitios que autorice el ingeniero fiscalizador de la obra, de preferencia bajo cubierta, o protegida de la acción directa del solo recalentamiento.

No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico.

Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido. A fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

Uniones soldadas con solventes:

Las tuberías de plástico de espiga y campana se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada del pegante suministrado por el fabricante.

Se limpian primero las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente y se las lija, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula. Dicho pegante deberá ser uniformemente distribuido eliminando todo exceso,

si es necesario se aplicarán dos o tres capas. A fin de evitar que el borde liso del tubo remueva el pegante en el interior de la campana formada, es conveniente preparar el extremo liso con un ligero chaflán. Se enchufa luego el extremo liso en la campana dándole una media vuelta aproximadamente, para distribuir mejor el pegante. Esta unión no deberá ponerse en servicio antes de las 24 horas de haber sido confeccionada.

Uniones de sello elastomérico:

Consisten en un acoplamiento de un manguito de plástico con ranuras internas para acomodar los anillos de caucho correspondientes. La tubería termina en extremos lisos provistos de una marca que indica la posición correcta del acople.

Se coloca primero el anillo de caucho dentro del manguito de plástico en su posición correcta, previa limpieza de las superficies de contacto. Se limpia luego la superficie externa del extremo del tubo, aplicando luego el lubricante de pasta de jabón o similar.

Se enchufa la tubería en el acople hasta más allá de la marca. Después se retira lentamente las tuberías hasta que la marca coincide con el extremo del acople.

Uniones con adhesivos especiales:

Deben ser los recomendados por el fabricante y garantizarán la durabilidad y buen comportamiento de la unión.

La instalación de la tubería de plástico, dado su poco peso y fácil manejabilidad, es un proceso relativamente sencillo.

Procedimiento de instalación:

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a las alineaciones y pendientes indicadas en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el ingeniero fiscalizador.

La pendiente se dejará marcada en estacas laterales 1,00m fuera de la zanja, o con el sistema de dos estacas, una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera rígida y clavada horizontalmente de estaca a estaca y perpendicular al eje de la zanja.

La instalación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor a 5,0 milímetros, de la alineación o nivel del proyecto. Cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que descansa en toda su superficie el fondo de la zanja, que se lo prepara previamente utilizando una cama de material granular fino, preferentemente arena. No

se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera y/o soportes de cualquier otra índole.

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana quede situada hacia la parte más alta del tubo.

Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados por cualquier causa.

Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto, a menos que el tubo sea visitable por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces en los colectores marginales.

No se permitirá la presencia de agua en la zanja durante la colocación de la tubería para evitar que flote o se deteriore el material pegante:

a) Adecuación del fondo de la zanja.

A costo del contratista, el fondo de la zanja en una altura no menor a 10cm en todo su ancho, debe adecuarse utilizando material granular fino, por ejemplo arena.

b) Juntas.

Las juntas de las tuberías de plástico serán las que se indica en la NORMA INEN 2059.- SEGUNDA REVISIÓN. El oferente deberá incluir en el costo de la tubería el costo de la junta que utilice para unir la tubería.

El interior de la tubería deberá quedar completamente liso y libre de suciedad y materias extrañas. Las superficies de los tubos en contacto deberán quedar rasantes en sus uniones. Cuando por cualquier motivo sea necesaria una suspensión de trabajos, deberá corcharse la tubería con tapones adecuados.

Una vez terminadas las juntas con pegamento, éstas deberán mantenerse libres de la acción perjudicial del agua de la zanja hasta que haya secado el material pegante; así mismo se las protegerá del sol.

A medida que los tubos plásticos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno de material fino compactado a cada lado de los tubos para mantenerlos en el

sitio y luego se realizará el relleno total de las zanjas según las especificaciones respectivas.

Cuando por circunstancias especiales, en el lugar donde se construya un tramo de alcantarillado esté la tubería a un nivel inferior del nivel freático, se tomarán cuidados especiales en la impermeabilidad de las juntas, para evitar la infiltración y la exfiltración.

La impermeabilidad de los tubos plásticos y sus juntas, serán probados por el constructor en presencia del ingeniero fiscalizador y según lo determine este último, en una de las dos formas siguientes:

Las juntas en general, cualquiera que sea la forma de empate, deberán llenar los siguientes requisitos:

- Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- Resistencia a roturas.
- Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.

- Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- No deben ser absorbentes.
- Economía de costos de mantenimiento.

PRUEBA HIDROSTÁTICA ACCIDENTAL

Esta prueba consistirá en dar a la parte mas baja de la tubería, una carga de agua que no excederá de un tirante de 2 m. Se hará anclando con relleno de material producto de la excavación, la parte central de los tubos y dejando completamente libre las juntas de los mismos. Si las juntas están defectuosas y acusaran fugas, el constructor procederá a descargar las tuberías y rehacer las juntas defectuosas. Se repetirán estas pruebas hasta que no existan fugas en las juntas y el ingeniero fiscalizador quede satisfecho. Esta prueba hidrostática accidental se hará solamente en los casos siguientes:

Cuando el ingeniero fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.

Cuando el ingeniero fiscalizador, reciba provisionalmente, por cualquier circunstancia un tramo existente entre pozo y pozo de visita.

Cuando las condiciones del trabajo requieran que el constructor rellene zanjas en las que, por cualquier circunstancia, se puedan ocasionar movimientos en las juntas; en este último caso el relleno de las zanjas servirá de anclaje de la tubería.

PRUEBA HIDROSTÁTICA SISTEMÁTICA

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental.

Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 m³ de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una manguera de 15cm (6") de diámetro, dejando correr el agua libremente a través del tramo a probar. En el pozo de visita aguas abajo, el contratista colocará una bomba para evitar que se forme un tirante de agua. Esta prueba tiene por objeto comprobar que las juntas estén bien hechas, ya que de no ser así presentarían fugas en estos sitios. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar las zanjas. Si se encuentran fallas o fugas en las juntas al efectuar la prueba, el constructor procederá a reparar las juntas defectuosas, y se repetirán las pruebas hasta que no se presenten fallas y el ingeniero fiscalizador apruebe.

El ingeniero fiscalizador solamente recibirá del constructor tramos de tubería totalmente terminados entre pozo y pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas que formen parte del alcantarillado; habiéndose verificado previamente la prueba de permeabilidad y comprobado que la tubería se encuentra limpia, libre de escombros u obstrucciones en toda su longitud.

5.2.7.3 Forma de Pago

El suministro, instalación y prueba de las tuberías de plástico se medirá en metros lineales, con dos decimales de aproximación. Su pago se realizará a los precios estipulados en el contrato.

Se tomará en cuenta solamente la tubería que haya sido aprobada por la fiscalización. Las muestras para ensayo que utilice la fiscalización y el costo del laboratorio, son de cuenta del contratista.

5.2.8 Suministro, Instalación Accesorios PVC Tubería Alcantarillado

5.2.8.1 Definición

Se refiere a la instalación de los accesorios de PVC para tuberías de alcantarillado, los mismos que se denominan sillas, silletas, monturas o galápagos. Las silletas son aquellos accesorios que sirven para realizar la conexión de la tubería domiciliaria con la tubería matriz.

5.2.8.2 Especificaciones

Las sillas a utilizar deberán cumplir con las siguientes normas:

INEN 2059 SEGUNDA REVISIÓN "tubos de PVC rígido de pared estructurada e interior lisa y accesorios para alcantarillado"

La curvatura de la silleta dependerá del diámetro y posición de la tubería domiciliaria y de la matriz colectora de recepción. El pegado entre las dos superficies se efectuará con cemento solvente, y, de ser el caso, se empleará adhesivo plástico. La conexión

entre la tubería principal de la calle y el ramal domiciliario se ejecutará por medio de los acoples, de acuerdo con las recomendaciones constructivas que consten en el plano de detalles.

La inclinación de los accesorios entre 45 y 90° dependerá de la profundidad a la que esté instalada la tubería.

5.2.8.3 Forma de Pago

Se medirá por unidad instalada, incluyendo el suministro. Las cantidades determinadas serán pagadas a los precios contractuales para el rubro que conste en el contrato.

5.2.9 Tapas y Cercos

5.2.9.1 Definición

Se entiende por colocación de cercos y tapas, al. Conjunto de operaciones necesarias para poner en obra, las piezas especiales que se colocan como remate de los pozos de revisión, a nivel de la calzada.

5.2.9.2 Especificaciones

Los cercos y tapas para los pozos de revisión pueden ser de hierro fundido y de hormigón armado; su localización y tipo a emplear se indican en los planos respectivos.

Los cercos y tapas de hierro fundido para pozos de revisión deberán cumplir con la Norma ASTM-A48. La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal. Todas las piezas serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura bitumástica uniforme, que dé en frío una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa); llevarán las marcas ordenadas para cada caso.

Las tapas de hormigón armado deben ser diseñadas y construidas para el trabajo al que van a ser sometidas, el acero de refuerzo será de resistencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ y el hormigón mínimo de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Los cercos y tapas deben colocarse perfectamente nivelados con respecto a pavimentos y aceras; serán asentados con mortero de cemento-arena de proporción 1:3.

5.2.9.3 Forma de Pago

Los cercos y tapas de pozos de revisión serán medidos en unidades, determinándose su número en obra y de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero fiscalizador.

5.2.10 Empates

5.2.10.1 Definición

Se entiende por construcción de empate a colector, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor, para hacer la perforación en el colector a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

Se entiende por construcción de empate a tubería, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor, para hacer la perforación en la tubería a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

Se entiende por construcción de empate a pozo, al conjunto de acciones que debe ejecutar el constructor, para hacer la perforación en pozos a fin de enchufar la tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

5.2.10.2 Especificaciones

Los tubos de conexión deben ser enchufados al colector o tubería, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes del colector al que es conectado, para permitir el libre curso del agua. Se emplearán las piezas especiales que se necesiten para realizar el empate.

5.2.10.3 Forma de Pago

La construcción de empate a colectores, tuberías, pozos, se medirá en unidades. Al efecto se determinará directamente en la obra el número de empates hechos por el constructor.

CAPITULO VI

PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

6.1. COMPONENTES DE PRECIOS UNITARIOS

6.1.1. COSTO DIRECTO

Son aquellos costos que están relacionados directamente con los productos que fabrica o los servicios que produce o vende.

Los costos directos, a su vez, se dividen en dos tipos:

- **Costos de material directo:** es todo el dinero que se gasta para comprar los materiales e insumos que se necesita para fabricar los productos o producir los servicios que la empresa vende o provee. Por ejemplo: materiales para fabricar una mesa: madera, clavos, fórmica, pintura. Cuando resulta muy difícil calcular la cantidad del material o su valor es muy poco significativo, se considera como costo indirecto (por ejemplo: cola para pequeños trabajos de carpintería). Igualmente, cuando se usa utensilios o menaje de muy poco valor económico y que se deben reponer en corto tiempo por el desgaste se cargan a los costos indirectos.

- **Costos de mano de obra:** es todo el dinero que se gasta para pagar el salario o sueldo de las personas que participan directamente en la fabricación del producto o producción del servicio que vende o provee la empresa. Cuando el costo de la mano de obra no es suficientemente significativo o es muy difícil calcular, se considera como costo indirecto.

6.1.2. COSTO INDERECTO

Costos Indirectos: son aquellos costos que se realizan para operar toda la empresa, y no están intervienen directamente en el producto o servicio. Por ejemplo: los salarios del personal de ventas, el sueldo del dueño de la empresa, empleados administrativos, alquiler del local, teléfono, electricidad, internet, interés de un préstamo, materiales de limpieza, entre otros.

6.2 COSTOS BÁSICOS DE LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA (VER ANEXO 5)

6.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (VER ANEXO 5)

6.4 PRESUPUESTO DE OBRA (VER ANEXO 5)

Es el importe del análisis de precios unitarios y volumen de obra, que determina la inversión que se debe realizar para ejecutar la obra diseñada.

6.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN (VER ANEXO 5)

Implica la organización y planificación de las actividades en el tiempo.

CAPITULO VII

SISTEMA DE DISPOSICIÓN DE DESECHOS LÍQUIDOS

7.1 Estructuras disposición final o entrega de los efluentes.

Estructuras de descarga

Son estructuras terminales que protegen y mantienen libre de obstáculos la descarga final del sistema de alcantarillado, pues evitan posibles daños al último tramo de tubería que pueden ser causados por la corriente a donde descarga el sistema o por el propio flujo de salida de la tubería.

Estructura de descarga es aquella obra final del sistema de alcantarillado que asegura una descarga continua a una corriente receptora. Tales estructuras pueden verter las aguas de emisores consistentes en conductos cerrados o de canales, por lo cual se consideran dos tipos de estructuras para las descargas.

a) Estructura de descarga en conducto cerrado.

Cuando la conducción por el emisor de una red de alcantarillado es entubada y se requiere verter las aguas a una corriente receptora que posea cierta velocidad y dirección, se utiliza una estructura que encauce la descarga directa a la corriente receptora y proteja al emisor de deslaves y taponamientos. Este tipo de estructuras de descarga se construyen con mampostería o concreto, y su trazo puede ser normal a la corriente o esviado.

b) Estructura de descarga en canal a cielo abierto.

En este caso, la estructura de descarga consiste en un canal a cielo abierto hecho con base en un zanjeado de mampostería, cuyo ancho se incrementa gradualmente hasta la corriente receptora. De esta forma se evita la socavación del terreno natural y se permite que la velocidad disminuya.

Disposición final

La disposición final de las aguas captadas por un sistema de alcantarillado no es una estructura que forme parte del mismo; sin embargo, representa una parte fundamental

del proyecto de alcantarillado. Su importancia radica en que si no se define con anterioridad a la construcción del proyecto el destino de las aguas residuales o pluviales, entonces se pueden provocar graves daños al medio ambiente e incluso a la población servida o a aquella que se encuentra cerca de la zona de vertido.

Para este proyecto se ha previsto hacer las dos estructuras de descarga a conducto cerrado, teniendo así la tubería de los últimos tramos llegar hasta el lecho del río Dahuano, habrá que construir cabezales de hormigón armado para soportar la tubería y a continuación de esta se colocará enrocado para evitar que se socave el fondo del río.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- ✓ El sistema de alcantarillado ha tomado en consideración normas técnicas determinadas por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (no brinda sus servicios a la fecha) además parámetros de mecánica de suelos.

- ✓ Para desarrollar el presente sistema de alcantarillado pluvial se realizó un análisis de las características físicas, naturales, ambientales, sociales de la parroquia San José de Dahuano que permitieron tomar decisiones adecuadas en cuanto a la elección del sistema.

- ✓ Se ha considerado 25 años como periodo adecuado para el sistema.

- ✓ El costo del proyecto es de seiscientos noventa mil nueve con 27/100 dólares (690009,27).

8.2. RECOMENDACIONES

- ✓ El presente estudio del Sistema de Alcantarillado Pluvial para la cabecera parroquial de San José de Dahuano constituye un instrumento de desarrollo para la comunidad, por lo que debería en lo posible ser aplicado, evitando la desactualización del estudio y por tanto, los costos que implicaría una nueva realización de éste.

- ✓ Aplicar un Plan de Desarrollo Urbano que permita evitar el crecimiento en sitios a los que no pueda llegar el sistema de infraestructura, de tal forma que se prevenga costos innecesarios para la Municipalidad.

- ✓ En el momento en que la Municipalidad ejecute el proyecto tome en consideración lo estipulado en el estudio, así como también sea aplicado de forma que no pierda vigencia.

- ✓ Buscar el financiamiento de ONG(s), BID, BEDE, etc., para lograr concretar el Sistema de Alcantarillado Pluvial.

BIBLIOGRAFÍA

- BURBANO, Guillermo, Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Quito 1993.
- CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO. Manual de costos en la construcción 2009.
- I.G.M. Instituto Geográfico Militar.
- D.A.C. Dirección de Aviación Civil, departamento de Climatología.
- CASTRO, Fernando. Apuntes de la Materia de Impacto Ambiental, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Quito – Ecuador
- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito, Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado, Quito – Ecuador 1999.

- FRANCO, Rey Jorge, Nociones de Topografía, Cartografía. Geodesia.
- EX IEOS. Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, Normas para el estudio y diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones Mayores a 1000 Habitantes, Quito 1993.
- INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Estudio de Intensidades, publicación N° 29i, Quito- Ecuador.
- LEÓN, Marco. Tomado Apuntes de Topografía, Ingeniería Civil. PUCE año 2000
- SALVADOR, Ricardo. Mecánica de Suelos I, Apuntes de la Materia, Ingeniería Civil, -PUCE. 2001.
- Fuentes de Internet.

