

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
COMBINADO PARA EL BARRIO SAN JOSÉ PRIMERA
ETAPA, PARROQUIA DE CUTUGLAGUA, CANTÓN
MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA”**

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

LUIS RODRIGO JURADO ZALDUMBIDE

Sangolquí, abril - 2007

CIC

**“DISEÑO DEL ALCANTARILLADO
COMBINADO PARA EL BARRIO SAN
JOSÉ PRIMERA ETAPA, PARROQUIA
CUTUGLAGUA, CANTÓN MEJÍA,
PROVINCIA DE PICHINCHA”**

2007

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. LUIS RODRIGO JURADO ZALDUMBIDE, como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

Sangolquí, Abril del 2007

Ing. Miguel Arias
DIRECTOR

Ing. Milton Silva
CODIRECTOR

INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	I
EXTRACTO/ ABSTRACT	II
CERTIFICACION	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE DE CONTENIDOS	VI
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE CUADROS	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE ANEXOS	X

CAPITULO I

1. GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE	3
1.2.1 Objetivo	3
1.2.2 Alcance	3
1.3 ANTECEDENTES	3
1.3.1 Breve historia y conformación del barrio	3
1.3.2 Logros alcanzados por el barrio	4
1.3.3 Organizaciones sociales	5
1.3.4 Organizaciones religiosas	5
1.3.5 Organizaciones juveniles	6
1.3.6 Presencia de instituciones de desarrollo	6
1.4 ASPECTOS FISICOS	6
1.4.1 Ubicación geográfica	6
1.4.2 Características físicas	8
1.4.3 Topografía general de la zona	9
1.4.4 Ocupación	10
1.4.5 Usos del suelo	11
1.4.6 Actividad agrícola	12
1.4.7 Migración	13
1.4.8 Mortalidad y morbilidad	14
1.4.9 Tipo de viviendas	14
1.4.10 Infraestructura	15
1.4.10.1 Energía eléctrica	15
1.4.10.2 Vialidad	15
1.4.10.3 Agua	16
1.4.10.4 Alcantarillado	16
1.4.10.5 Otros servicios	17
1.4.11 Tenencia de la vivienda	17
1.4.12 Area a servir	19
1.5 ASPECTOS NATURALES	19
1.5.1 Clima	19
1.5.2 Hidrología	20
1.5.3 Recursos hídricos	21

1.6 ASPECTOS AMBIENTALES	21
1.6.1 Riesgos naturales	21
1.6.2 Niveles de ruido	22
1.7 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS	22
1.7.1 Información demográfica	22
1.7.2 Población total	23
1.7.3 Nivel de instrucción	24
1.7.4 Menores a 4 años	26
1.7.5 Población actual y futura	26
1.7.6 Población económicamente activa	27
1.7.7 Actitud frente al proyecto	27

CAPITULO II

2. BASES DE DISEÑO	29
2.1 Parámetros de diseño	29
2.1.1 Tipo de sistema	29
2.1.1.1 Alternativas de diseño	29
2.1.2 Período de diseño	31
2.1.3 Población de diseño	31
2.1.4 Areas de aportación	34
2.1.5 Caudal de diseño	34
2.1.5.1 Caudal de aguas servidas	34
2.1.5.2 Caudal pluvial	36
2.1.6 Velocidad de diseño	38
2.1.6.1 Criterios de velocidad en los conductos	39
2.1.7 Cálculos hidráulicos de la red	40
2.1.8 Tuberías	40
2.1.8.1 Dimensión de las tuberías	40
2.1.8.2 Material de las tuberías	40
2.1.9 Pozos de revisión	41
2.1.10 Conexiones domiciliarias	42
2.1.11 Sumideros	43

CAPITULO III

3. CALCULOS HIDRAULICOS	45
3.1 Descripción de la hoja de cálculo	45
3.1.1 Datos de diseño	45
3.1.2 Datos de ingreso	45
3.1.3 Resultados	46
3.2 Hoja de cálculo	49

CAPITULO IV

4. EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES	50
4.1 Características físicas ambientales	50
4.1.1 Ubicación	50
4.1.2 Topografía	50
4.1.3 Recursos hídricos	50
4.1.4 Flora y fauna	50

4.1.5	Uso del suelo	51
4.1.6	Aspectos socio-económicos de impactos	51
4.2	Necesidad de evaluación de impactos	51
4.3	Determinación y evaluación de impactos ambientales	52
4.3.1	Generalidades	52
4.3.2	Metodología de evaluación	52
4.3.3	Factores ambientales	53
4.3.3.1	Análisis ambiental del proyecto	53
4.3.3.2	Aspectos ambientales, operación y mant.	56
4.3.3.3	Impactos positivos durante la construcción	57
4.3.3.4	Impactos positivos durante la oper. y mant.	58
4.4	Medidas de mitigación	59
4.4.1	Medidas para mitigar impactos ambientales negativos Durante la ejecución del proyecto	59

CAPITULO V

5.	MECANICA DE SUELOS	62
5.1	Objetivo del estudio	62
5.1.1	Objetivo específico del estudio	62
5.1.2	Trabajos de campo	63
5.1.2.1	En la red de alcantarillado	63
5.1.2.2	En la descarga de la red	63
5.1.3	Trabajos de laboratorio	64
5.1.3.1	En la red de alcantarillado	64
5.1.3.2	En la descarga de la red	64
5.1.4	Descripción de los suelos encontrados	64
5.1.4.1	En la red de alcantarillado	64
5.1.4.2	En la descarga	66
5.1.5	Conclusiones del estudio de suelos	67
5.1.6	Recomendaciones del estudio de suelos	68

CAPITULO VI

6.	DESCARGA	70
6.1	Separador de caudales	70
6.2	Características del cuerpo receptor	71
6.2.1	Estudio sanitario	71
6.2.2	Calidad de las aguas	72
6.3	Tratamiento de las aguas servidas	73
6.3.1	Tratamiento primario	73
6.3.2	Tratamiento secundario	74
6.4	Diseño de la planta de tratamiento	75
6.4.1	Diseño del tanque imhoff	75
6.4.1.1	Dimensionamiento del compartimiento de Sedimentación	78
6.4.1.2	Dimensionamiento del compartimiento de Digestión de lodos	78
6.4.2	Diseño del tratamiento secundario	79
6.4.2.1	Pruebas de infiltración	80
6.5	Diseño de la descarga	80

CAPITULO VII	
7. PRESUPUESTO Y PROMACION DE OBRA	84
7.1 Análisis de precios unitarios	84
7.1.1 Análisis del costo de mano de obra	84
7.1.2 Análisis del costo de materiales	84
7.1.3 Análisis de equipo y maquinaria	85
7.1.4 Análisis del costo indirecto	85
7.2 Tabla de cantidades y precios	85
7.3 Cronograma valorado de trabajos	86
CAPITULO VIII	
8. ESPECIFICACIONES TECNICAS	87
CAPITULO IX	
9. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	129
CAPITULO X	
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
10.1 Conclusiones	134
10.2 Recomendaciones	136
10.3 Bibliografía	138

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO, en convenio con El MUNICIPIO DE MEJIA con el afán de atender con la infraestructura básica, auspiciaron los presentes ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL BARRIO SAN JOSE PRIMERA ETAPA y de esta forma diagnosticar, encaminar y mejorar el nivel de vida de sus habitantes, conociendo las deficientes condiciones hidráulicas y sanitarias de este sector.

Siendo el objetivo principal del Municipio de Mejía, el atender las necesidades de los barrios que pertenecen a su jurisdicción, como es la disposición de desechos líquidos y sólidos, ha creído conveniente auspiciar para que se realice como proyecto de grado previo la obtención del título de ingeniero civil los estudios y diseños del proyecto, sustentado en criterios técnicos reales y ajustado a la realidad socioeconómica, como paso previo a la búsqueda de financiamiento para la ejecución de la obra, de tal forma que permita solucionar en forma técnica y racional hasta el año 2.026 la falta de alcantarillado de esta comunidad, lo que repercute en la salud e higiene de sus habitantes.

Los estudios de alcantarillado combinado para el barrio San José 1, se inicia, a partir de una evaluación de la zona del proyecto. A tal efecto, se ha realizado una recopilación y análisis de la información.

Para el efecto, en el desarrollo del Estudio se ha seleccionado la alternativa que brinda la mayor garantía desde el punto de vista técnico, económico, financiero y ambiental.

La Memoria Técnica Descriptiva de los estudios, motivo del presente trabajo, comprende la totalidad de los aspectos poblacionales, sociológicos, económicos, ecológicos y técnicos, que deben ser considerados para obtener una solución óptima en el diseño definitivo, el mismo que incluye lo siguiente: recopilación, análisis y conclusiones de la información previa obtenida, que permitió posteriormente desarrollar los estudios definitivos, en base de la deducción de los parámetros y bases de diseño efectuados, considerando la situación actual, en base de la realidad física, de la infraestructura de servicios y de las normas vigentes en el país, aplicadas a la zona en estudio.

Los datos que han servido de base para este estudio han sido obtenidos de varias fuentes oficiales tanto en el ámbito local, provincial, regional y nacional, tales como: Instituto de Estadística y Censos - INEC-; Ilustre Municipalidad de Mejía, Instituto Geográfico Militar -IGM -; Jefatura Provincial de Salud de Pichincha, Subcentros de salud de Cutuglagua, Dirección de Educación, Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento y Residuos Sólidos MIDUVI, Normas de diseño de la EMAAP-Q, además de las investigaciones, inspecciones, encuestas y trabajos de campo efectuados en el sitio del proyecto.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

1.2.1 Objetivo.-

El objetivo general del presente estudio, es el “Diseño definitivo del Sistema de Alcantarillado Combinado para el Barrio San José Primera Etapa”, el cual permitirá contar, con un proyecto técnicamente realizable, económicamente factible, que respete el entorno del área de influencia, logrando de esta manera, mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

1.2.2 Alcance.-

El alcance al que se pretende llegar con el presente estudio es el de mejorar las condiciones de vida de la población de San José 1, de tal forma lograr un desarrollo social, sostenible y sustentable, porque permitirá preservar el medio físico en el que se ubica el centro poblado.

1.3 ANTECEDENTES

1.3.1 Breve Historia de conformación del Barrio.-

El barrio es el resultado del fraccionamiento de la hacienda San José de propiedad de los señores José Tipán y Eduardo Pinto, quienes dividen en el año de 1989, una parte de la hacienda bajo la denominación de “**Lotización San José**”, posteriormente dividen otra parte de la Hacienda San José que también es lotizada, en el año de 1992 recién se legalizan los lotes, en este mismo año se crea el primer Comité Pro-Mejoras del Barrio San José.

Por existir problemas en la directiva del Comité Pro-mejoras, el barrio sufre una desmembración, en el año de 1993 el primer barrio en separarse y formar su propia Directiva y legalizarla en el Ministerio de Bienestar Social es el Barrio San José 1, posteriormente lo hacen los barrios San José 2 y San José 3.

1.3.2 Logros alcanzados por el barrio.-

Cuadro 1.1: Logros alcanzados por el Barrio San José 1

AÑO	EVENTOS IMPORTANTES
1992	Se obtiene los lotes legalizados
1993	Se crea la primera Directiva del Barrio San José 1 y se Legaliza en el Ministerio de Bienestar Social.
1993	Se crea la junta de aguas
1995	Primera fase de electrificación
1996	Segunda fase de electrificación
1996	Areas comunales
1996	Empedrado de calles
1998	Se consigue la adjudicación de los terrenos para la descarga de las aguas servidas por parte del Ministerio de Agricultura ya que se encuentran dentro de los terrenos del INIAP.
2006	Construcción de cunetas laterales de la calle principal.

2006	Se realiza los estudios del alcantarillado combinado para El Barrio San José 1

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

1.3.3 Organizaciones sociales.-

Cuadro 1.2: Directiva actual del Barrio San José 1

NOMBRE DEL BARRIO	DIGNIDAD	REPRESENTANTE
San José 1	Presidente	Ulvio Quisnancela
	Vicepresidente	Estuardo Saltos
	Secretario	Mercedes Landeta
	Tesorero	Olga Narváez
	Vocales	Ricardo Guambo
		Carlos Yugsi
Aida Vargas		
Estuardo Yungan		
	Manuel Tuabanda	
	Oscar López	

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

1.3.4 Organizaciones religiosas.-

Las relaciones de los miembros de los diferentes cultos son buenas y no existen conflictos interreligiosos. Existe una capilla Católica que abarca aproximadamente un 80% de los moradores del Barrio San José 1 y también existe 2 capillas evangélicas que abarca aproximadamente el 20% restante de los moradores del barrio.

1.3.5 Organizaciones juveniles.-

El barrio no dispone de canchas deportivas, a pesar que el barrio cuenta con 3 equipos de fútbol en diferentes categorías: de mujeres, hombres y niños, por lo cual los moradores en especial los jóvenes y los niños se ven obligados a disponer de las canchas de los barrios de San José 2 y San José 3, además el barrio San José 1 no cuenta con clubes sociales o culturales.

1.3.6 Presencia de instituciones de desarrollo en la zona de influencia.-

Las instituciones que mayor presencia han mantenido en el barrio son:

- INERHI (Hoy CNRH), adjudicación de uso de agua.
- Empresa Eléctrica
- Municipio de Mejía
- Consejo Provincial
- Ministerio de Agricultura a través del INIAP

1.4 ASPECTOS FÍSICOS

.4.1 Ubicación Geográfica.-

El Barrio San José 1, políticamente pertenece a la parroquia de Cutuglagua del cantón Mejía, provincia de Pichincha y se halla localizado en la línea del límite cantonal entre Quito y Mejía a 1 Km. de la Panamericana Sur, se encuentra a 25 Km. de la Cabecera Cantonal

Machachi. Este barrio perteneciente al proyecto, se encuentra localizado a una altitud media de 3.100 msnm (figura 1.1).

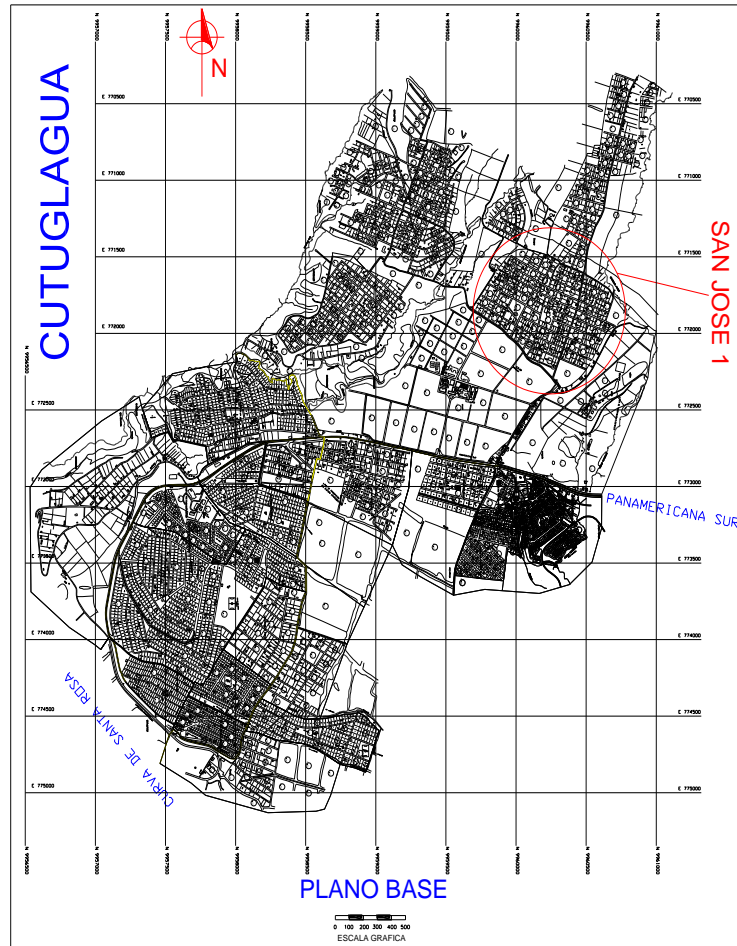


Figura 1.1: Ubicación Geográfica del Barrio San José Primera Etapa

Cuadro 1.3: Coordenadas Rectangulares del Area en Estudio

COORDENADAS	RECTANGULARES	
PROYECTO	LATITUD	LONGITUD
SAN JOSE 1	9960400 N	772000 E

Fuente: Levantamiento topográfico del barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

.4.2 Características físicas.-

En el área existe la quebrada El Pugro que va de medianamente profunda a profunda. Esta permanece casi todo el año húmeda y con arrastre de agua, y en época invernal produce grandes avenidas de agua, que acarrearán piedras y tierra productiva de la zona alta, las mismas que son utilizadas para el lavado de ropa y otros menesteres; y de forma urgente es necesario activar el control de microcuencas, con la posibilidad de construir en la parte alta, reservorios de agua, que posteriormente deben ser utilizados al servicio doméstico.

La población tiende a crecer en forma limitada dentro de las **33.46 Ha**, esto se debe principalmente por las condiciones topográficas que son muy difíciles para el desarrollo del barrio, además los moradores tienen lotes en promedio de 500 m² que es muy difícil subdividir para entregarlos como herencia, lo que significa que los hijos de los propietarios de los lotes deberán emigrar del sector en busca de su comodidad habitacional.

Actualmente, la Cabecera Cantonal y los barrios marginales rurales del cantón, no cuentan con un Plan de Desarrollo Urbano y Rural respectivamente que permitan contar con una herramienta básica para la planificación del crecimiento urbano y rural especialmente en la explotación de sus tierras de una manera organizada.

.4.3 Topografía General de la Zona.-

La topografía del área donde se ubica el barrio, se caracteriza por tener un terreno con pendiente fuerte de oeste a este (9.17%).

El Barrio San José 1, presenta población dispersa, y no presenta una configuración urbanística definida, la falta del servicio básico del alcantarillado también ha provocado que no exista la preocupación de algunos de sus socios en ir a posesionarse de sus lotes, en lo que se refiere a sus vías, sólo la vía principal se encuentra empedrada mientras que las otras son de tierra, como se puede observar en las figuras 1.2, 1.3 y 1.4.



Figura 1.2: Calle Principal "B" empedrada



Figura 1.3: Calles transversales de tierra



Figura 1.4: Terrenos del INIAP y Sitio para el Tratamiento

.4.4 Ocupación.-

Con el fin de determinar la ocupación de la población económicamente activa (PEA), aquella que interviene en la producción de bienes y servicios, se clasificó en trabajadores: agrícolas, obreros, albañiles, comerciantes, empleados, choferes, policías, militares, guardianes, pintores, mecánicos, carpinteros, etc. En el barrio San José 1 se pudo establecer que la PEA es de 380 habitantes lo que significa aproximadamente el 40 % de la población.

En este caso están involucrados la población estudiantil, que luego de sus labores de estudio, el tiempo remanente lo dedican a la agricultura, de tal forma que el 60 % corresponde a la población económicamente inactiva, y esta conformada por personas que no están trabajando, se clasifican en: solo quehaceres domésticos, solo estudiantes impedido para trabajar, solo jubilados y pensionistas.

.4.5 Usos del suelo.-

El barrio San José primera etapa tiene 14 años de existencia; éste es un asentamiento de personas en su mayoría quiteñas y de las provincias de Chimborazo y Cotopaxi. En este sentido el sector presenta actualmente un relativo proceso de cambio de uso habitacional. En este lugar se aprecia una diversidad de usos del suelo como son para: vivienda, comercio, agricultura, etc. La distribución de usos del suelo en el área consolidada se evidencia en el cuadro 1.4.

Cuadro 1.4: Clasificación de usos del suelo, Barrio San José 1

TIPO OCUPACIÓN	%
RESIDENCIAL	15.78
RESIDENCIAL-AGRICOLA	32.00
RESIDENCIAL-COMERCIAL	6.67
EN CONSTRUCCION	0.66
AGRICOLA	1.11
LOTES BALDIOS	43.78
TOTAL	100.00

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

.4.6 Actividad agrícola.-

Del uso de la vivienda se pudo establecer que de 273 viviendas encuestadas de 450 lotes que es la totalidad del barrio, 144 viviendas son utilizadas como residencial-agrícola lo que representa aproximadamente el 52.75% de las viviendas existentes, que aparte de sus actividades normales de cada morador, también se dedican a la agricultura, ya que disponen de terreno adicional.

En el barrio San José 1, la producción agrícola se desarrolla en las parcelas familiares, ya que disponen de terrenos de un máximo de 1000 m² y un mínimo de 200 m² y un promedio de 500m² por lote y para no mantener ociosa la tierra se dedican también al cultivo; los productos que se cultivan para la venta en orden de importancia son: papa, maíz, habas, fréjol, cebollas, arveja y hortalizas. Para el establecimiento de estos cultivos utilizan una tecnología semi-tecnificada (fertilizantes, plaguicidas), para la preparación del suelo, lo hacen en forma manual

Los riesgos climáticos más frecuentes que amenazan la actividad agrícola son: Las sequías, las heladas y ocasionalmente la caída de fuertes granizadas. Las enfermedades fungosas más comunes en los cultivos agrícolas son la lancha, el tizón en la papa.

La crianza de animales domésticos es otra actividad de complemento a la agricultura, se dedican a la producción de leche. La crianza de especies menores como: ovino, porcino, cuyes y aves de corral tiene

una importancia complementaria a la agricultura, permitiendo a la economía de la zona disponer de un respaldo económico en el caso de presentarse emergencias.

.4.7 Migración.-

La migración de los moradores del Barrio casi no se produce, este fenómeno se debe a la cercanía que tiene a la ciudad de Quito, inclusive cuentan con medios de transporte urbano denominado “Transportes Planeta” y “Lujo Turisa” con un intervalo del 10 minutos cada salida el efecto más visible de los problemas que ocurre en el sector rural de la sierra ecuatoriana, es que a través de este mecanismo se convierten en oferta de mano de obra barata, en la actual crisis del sector, y la oferta de especialistas o maestros de obra no permite encontrar en las grandes ciudades medios de trabajo y otro fenómeno es el alto crecimiento poblacional. A pesar de todas estas incongruencias el barrio presenta una pequeña cantidad de migrantes, que son algunas personas que han viajado a España en busca de actividad laboral.

La supervivencia de la población rural en los sectores marginales de las ciudades grandes es cada vez más estrecha, por la parcelación constante de la tierra y crecimiento demográfico, inclina a una fuerte migración temporal en el mercado laboral. Se convierten Jornaleros, trabajadores en la construcción y vendedores ambulantes que deambulan por las calles de la ciudad de Quito.

.4.8 Mortalidad y morbilidad.-

Tabla 1.1: Principales causas de mortalidad y morbilidad.

Causas de Mortalidad	%	Causas de Morbilidad	%
Senilidad	24	I.R.A. sin neumonía	44
Paro cardiorrespiratorio	16	Parasitosis	23
Insuficiencia cardiaca	6	I.V.U.	8
Bronquitis	6	Enfermedades dérmicas	6
Tuberculosis terminal	5	Enterocolitis bacteriana	5
Epilepsia	4	Gastritis	5
Politraumatismos	3	E.D.A.	5
Traumatismo craneo encefálico	3 2	Colesistitis – Colelitiasis	2
Neumonía	2	Neuritis	1
Cáncer gástrico	2	Artritis	1
Otros	29		

Fuente: Ministerio de Salud Pública

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Las causas de morbilidad son: la amigdalitis, posiblemente debido a la falta de aseo, el parasitismo intestinal debido a la falta de agua potable, inadecuada eliminación de excretas y a la falta de higiene en la preparación de los alimentos

.4.9 Tipo de viviendas.-

Las viviendas del sector en su mayoría están construidas de paredes bloque, con estructuras (vigas y columnas) de hormigón armado con cubierta de losa, eternit, madera y zinc, sin acabados o acabados incompletos. A continuación se puede resumir en el cuadro 1.5.

Cuadro 1.5: Viviendas según tipo de Construcción

BARRIO	Bloque/ Losa	Bloque/ Eternit	Bloque/ Zinc	Total
San José 1	161	105	7	273
TOTAL	161	105	7	273

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

1.4.10 Infraestructura

1.4.10.1 Energía eléctrica.-

La zona dispone de fluido eléctrico las 24 horas del día, ya que se encuentra integrada al sistema nacional interconectado.

Falta alumbrado público en un 40% de las vías. La administración del servicio de energía eléctrica esta a cargo de la Empresa Eléctrica Quito. Según registros disponibles las 260 casas que vienen a ser los 260 abonados son de tipo residencial que representa el 95 % de las viviendas, quedando al margen viviendas en construcción y viviendas que se encuentran alejadas, y otras que no desean el servicio.

1.4.10.2 Vialidad.-

Para conectarse con la ciudad de Quito y Machachi, se lo hace a través de la panamericana sur, que es de primer orden, y dista a 30 minutos al centro de la capital y 25 minutos a la Cabecera Cantonal. Al ingreso a la población debemos pasar por la

parroquia de Cutuglagua Central, mediante un vía totalmente adoquinada hasta la entrada propiamente dicha del Barrio, ahí se encuentra un camino de herradura empedrado que va desde el Barrio San José 1 hasta el Barrio San José 3. La distancia desde la Panamericana Sur es de 1 Km.

En cuanto a la red vial interna del barrio, el camino principal se encuentra empedrado pero se encuentra en mal estado, requiriendo de urgente un mantenimiento del mismo, los demás caminos son de tierra que en épocas de invierno son intransitables, pero que requiere de urgentes obras de protección como alcantarillas y cunetas en los lugares críticos.

1.4.10.3 Agua.-

En la actualidad el barrio San José 1, cuenta con agua entubada tratada pero no es agua potable y esta es traída por acequias desde las vertientes concesionadas a esta comunidad.

1.4.10.4 Alcantarillado.-

El barrio San José 1, no cuenta con el servicio del alcantarillado, en la actualidad la población lo realiza en letrinas, pozos ciegos o a campo abierto.

Cuando se construya el sistema de alcantarillado se captaran todas estas aguas hacia la red y se evitara contaminaciones al suelo.

1.4.10.5 Otros servicios.-

El barrio San José 1, cuenta con un 50% del servicio telefónico y cuenta con alumbrado público en un 60%.

1.4.11 Tenencia de la vivienda.-

Prácticamente no existen tierras de propiedad comunal. El número de lotes no integrados, distribuidos en diferentes sitios se incrementan. La superficie promedio por familia en el sector es de 500 m² siendo el predominante. Con suelos en partes de mejor calidad y en otras tierras húmedas y de baja productividad por su constante explotación.

Mucho antes del proceso histórico alrededor de la década de los años 60, este sector se caracterizó por tener grandes haciendas, dedicadas a la agricultura y ganadería. En la década de los setenta con la Ley de Reforma Agraria y Colonización fueron entregadas las tierras a los trabajadores lo que ocasionó la conformación de sectores habitacionales y el manejo de ocupación solar.

Según información obtenida de la Encuesta realizada, se pudo verificar que 192 socios son dueños de los solares con vivienda propia y 67 arriendan, algunos lotes están compuestos por algunas familias y viviendas de diferente tipo de construcción, existen 161 viviendas con estructura de hormigón armado y losa, 105 de bloque con cubierta de eternit, y 7 de bloque y zinc, también podemos decir que existe 202

viviendas de 1 piso, 65 viviendas de 2 pisos , 5 viviendas de 3 pisos y 1 de 4 pisos, como se detalla en los cuadros 1.6, 1.7 y 1.8.

Cuadro 1.6: Clasificación de acuerdo a la tenencia de las viviendas, Barrio San José primera etapa

TIPO	%
PROPIA	70.33
ARRENDADA	24.54
PUBLICA	1.10
OTROS	4.03
TOTAL	100

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Cuadro 1.7: Clasificación de acuerdo al tipo infraestructura de las viviendas, Barrio San José primera etapa

TIPO	%
Bloque/losa	59
Bloque/eternit	38
Bolque/zinc	2.6
Otros	0.4
TOTAL	100

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Cuadro 1.8: Clasificación de acuerdo al número de pisos de las viviendas, Barrio San José primera etapa

TIPO	%
1 piso	73.99
2 pisos	23.81
3 pisos	1.83
4 pisos	0.37
TOTAL	100

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

1.4.12 Area a servir.-

Del análisis efectuado en base a las observaciones de campo se ha llegado a establecer que la comunidad es dispersa, lo que se irá saturando durante los próximos años establecidos, lo cual permite concluir que el crecimiento demográfico se realizará dentro de los actuales límites de la comunidad, lo que es confirmado por la propia topografía.

1.5 ASPECTOS NATURALES

1.5.1 Clima.-

El clima predominante de la zona, por encontrarse a una altura media de 3,100 metros sobre el nivel del mar, es frío con una temperatura promedio de 13 ° centígrados.

La cobertura vegetal nativa de la zona está totalmente deteriorada, encontrándose principalmente una pequeña variedad de arbustos de tallos bajos, que han sido parcialmente afectados e intervenidos en ciertos lugares, al igual que los ecosistemas del páramo andino se han destruido la vegetación nativa siendo reemplazada por vegetación propia de las actividades agrícolas y otros como eucalipto.

Referente a la Fauna de especies silvestres en el área del proyecto, prácticamente están en proceso de extinción, pues la caza con armas de gran alcance y con sistemas de captura, han ocasionado perjuicios a la fauna de páramos. Es necesario concienciar a los campesinos la

importancia de preservar la fauna aún existente que permita el equilibrio ecológico y medio ambiental. Las principales especies existentes en la zona del proyecto son los que detallan en la tabla 1.2.

Tabla 1.2: Aves y animales existentes en el área

Quince	Ensifera
Gorrión	Zonotrichia capensis
Tórtola	Columba corensis
Guarro	Leucopternis princeps.
Mirlo	Turdus fuscater
Ratón	Mus musculus
Rapoza	Caluromis sp.
Zorro	Conepatus chinga
Chucuri	Sciurus granatensis

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

1.5.2 Hidrología.-

Las precipitaciones tienen un promedio anual entre 1600 y 1700 mm, con una distribución no muy uniforme a lo largo del año; estos datos fueron obtenidos en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI, para la estación climatológica de Izobamba, estación más representativa del lugar y que funciona desde el año 1985. La humedad relativa promedio de 80% anual, la heliofanía está entre las 3 a 8 horas por día en los meses de verano. El viento predominante es en dirección este con una velocidad media de 7km/h.

1.5.3 Recursos Hídricos.-

El área de estudio está rodeada por quebradas que se ubican a distancias considerables del proyecto; la principal y la que nos va a servir para descargar las aguas después de un tratamiento es la quebrada el Pugro que se encuentra al norte junto al proyecto y que sirve también como límite entre el cantón Mejía y el cantón Quito.

1.6 ASPECTOS AMBIENTALES

1.6.1 Riesgos naturales.-

Sobre la base de la investigación relativa a estudios de geología efectuada para los diversos proyectos que se han realizado en la zona y a las observaciones de campo realizadas se ha llegado a establecer que en la zona existe un pequeño riesgo natural crítico debido a la existencia de volcán Guagua Pichincha, ya que este barrio se encuentra en sus estribaciones, los glaciares también podríamos considerar como un riesgo no muy crítico.

El barrio, al encontrarse ubicado en una zona de topografía muy agreste que permite el escurrimiento fácil de las aguas lluvias por los drenajes naturales, no presentan problemas de inundaciones o deslizamientos, en el margen de la quebrada suele producirse pequeños desprendimientos de los taludes, que no afectan directamente.

Existe un cierto grado de riesgo debido a los deslizamientos de tierra que se producen durante la época invernal, especialmente en las vías de

acceso, causados por las fuertes pendientes y al tipo de suelo existente, que es del tipo arcilloso, lo cual impide el acceso a la comunidad en época de invierno.

En el lugar donde se ubica el barrio, es imposible el que se produzcan inundaciones por crecida de la quebrada, como tampoco por la presencia de precipitaciones con un período de retorno excepcional, por cuanto se hallan en las partes altas de las lomas, y existen pendientes suficientes para la evacuación rápida de las aguas, que se van volviendo más profundos, a medida que se aleja de la línea de cumbre o divisoria de aguas

1.6.2 Niveles de ruido.-

La zona carece de industrias con fuentes de ruido y perturbaciones, por lo tanto la única fuente de ruido procede de los pocos automotores que circulan por este sector, razón por la cual los niveles de ruido, se estima que están por debajo de los permisibles por la norma (70 dB).

1.7 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

1.7.1 Información demográfica.-

Con la finalidad de tomar la información demográfica y la presencia del presidente barrial se consignó la siguiente información: número de miembros del núcleo familiar, edad, nivel de instrucción, ocupación principal, vivienda, salud y actividad económica. Esta información se tomo in-situ, encuestando a 273 familias de 450 lotes, que se compone

el barrio, desde el día jueves 7 de septiembre del 2006 hasta el día domingo 10 de septiembre del 2006, fijando para el efecto, toma de datos a todos los habitantes pertenecientes al barrio San José 1 y de esta forma poder analizar la Factibilidad del Proyecto,

1.7.2 Población Total.-

Cuadro 1.9: Distribución de la población según sexo (Padres de familia)

Barrio	Hombres	Mujeres	Total
San José 1	241	253	494

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Cuadro 1.10: Distribución de la población según sexo (Hijos e Hijas)

Barrio	Hombres	Mujeres	Total
San José 1	328	350	678

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Cuadro 1.11: Distribución de la población según sexo (Total)

Barrio	Hombres	Mujeres	Total
San José 1	569	603	1172

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Como se puede observar en los cuadros 1.9, 1.10 y 1.11, el barrio San José 1, tiene más mujeres que hombres, en lo que se refiere a los padres de familia, existe 241 hombres que representa el 20.56% y 253

mujeres que representa el 21.59%, referente a los hijos existe 328 hombres que representa el 27.99% y 350 mujeres que representa el 29.86% del total de la población, también es importante mencionar que existe 220 niños menores a 4 años, de los cuales 91 son hombres y 129 son mujeres.

1.7.3 Nivel de instrucción.-

En lo que se refiere a nivel de instrucción de un total de 1172 habitantes del barrio un 45.48% tiene instrucción primaria, 27.30% instrucción secundaria, 3.24% estudios superiores y un 5.21% nunca han estudiado. La población estudiantil escolar asiste a las escuelas 2 de Agosto y Escuela La Joya que se encuentran en la Parroquia y para los colegios la mayoría de estudiantes lo hacen en el Colegio Nacional Cutuglagua y Colegio 6 de Diciembre que se encuentran cerca y algunos se desplazan a los planteles ubicados al sur de la Capital. Los más comunes son Montúfar y Femenino Quito.

El nivel de instrucción se puede resumir en los cuadros 1.12, 1.13, 1.14, 1.15 y 1.16, que a continuación se detallan.

Cuadro 1.12: Nivel de instrucción

TOTAL		
Nivel	#	%
Estudio Primaria.	533	45.48
Estudio Secundaria.	320	27.30
Estudio Superior.	38	3.24
Menores 4 años.	220	18.77
No estudian	61	5.21
TOTAL	1172	100.00

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Cuadro 1.13: Nivel de instrucción por sexo

TOTAL POR SEXO					
HOMBRES			MUJERES		
Nivel	#	%	Nivel	#	%
Estudio P.	279	63.86	Estudio P.	254	60.11
Estudio S.	160	15.84	Estudio S.	160	13.48
Estudio Su.	21	0.99	Estudio S.	17	1.12
Menores 4 a.	91	13.86	Menores 4 a.	129	17.98
No estudio	18	5.45	No estudio	43	7.30
TOTAL	569	100.00	TOTAL	603	100.00
TOTAL			1172		

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Cuadro 1.14: Nivel de instrucción padres de familia

PADRES DE FAMILIA					
HOMBRES			MUJERES		
Nivel	#	%	Nivel	#	%
Estudio P.	137	56.85	Estudio P.	133	52.57
Estudio S.	77	31.95	Estudio S.	72	28.46
Estudio Su.	12	4.98	Estudio S.	9	3.56
No estudio	15	6.22	No estudio	39	15.41
TOTAL	241	100.00	TOTAL	253	100.00
TOTAL			494		

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Cuadro 1.15: Nivel de instrucción hijos e hijas

HIJOS e HIJAS					
HOMBRES			MUJERES		
Nivel	#	%	Nivel	#	%
Estudio P.	142	43.29	Estudio P.	121	34.57
Estudio S.	83	25.30	Estudio S.	88	25.14
Estudio Su.	9	2.74	Estudio S.	8	2.29
Menor a 4 años	91	27.74	Menor 4 años	129	36.86
No estudio	3	0.93	No estudio	4	1.14
TOTAL	328	100.00	TOTAL	350	100.00
TOTAL			678		

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Cuadro 1.16: Porcentaje de analfabetismo

Alfabetos:	93.59%
Analfabetos:	6.41%

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

1.7.4 Menores a 4 años.-

Se considero a niños y niñas menores a 4 años encontrándose un total de 220, se los puso fuera de la calificación de analfabetismo y alfabetismo, ya que la edad de ellos no permite identificar, por lo tanto para clasificar correctamente el nivel cultural se restó a estos pequeños habitantes, resultando un total de 952 habitantes, cuyo porcentaje de la población total es de 6.41 % de analfabetos

1.7.5 Población actual y futura.-

La zona del proyecto acorde a la encuesta socioeconómica, nos demuestra que cada lote deberá estar conformada por 5 habitantes promedio, si el barrio San José 1 en la actualidad tiene 450 lotes de los cuales están habitados 273 y tienen 1172 habitantes, de tal manera que aplicando la densidad establecida, tendremos una población de diseño saturada de habitantes de 2250, pero para establecer la población con la cual vamos a diseñar el alcantarillado, vamos a aplicar tres métodos en el capítulo siguiente y escogeremos el más conveniente.

La determinación de la población depende de muchos parámetros difíciles de balancear; los datos obtenidos a través de los censos no siempre son representativos de la población, a la que se quiere dotar de infraestructura sanitaria.

1.7.6 Población económicamente activa.-

Se estima que la población económicamente activa es de 347 habitantes, es decir el 36.45% de la población total restando los niños menores de 4 años. Las principales actividades económicas en que se desenvuelven los moradores se encuentran en el cuadro 1.17.

Cuadro 1.17: Población económicamente activa

Ocupación	%
Comercio	22.77
Empleados	20.17
Obreros	19.60
Albañilería	18.73
Chóferes	6.05
Otros	12.68
TOTAL	100.00

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Se puede observar que aproximadamente el 90% de la población pertenece a un estrato socio – económico bajo, sus ingresos familiares fluctúan entre 150 y 200 dólares mensuales.

1.7.7 Actitud frente al proyecto.-

En el sondeo realizado sobre la actitud respecto a la situación sanitaria y su posible solución respondieron como se detalla en el cuadro 1.18.

Cuadro 1.18: Actitud de los beneficiarios frente a la implantación del proyecto

Siente el problema	96.70%
Favorable al esfuerzo comunitario	82.78%
Aportaría con trabajo	65.20%
Aportaría con material	8.06%
Aportaría con dinero	11.72%

Fuente: Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José, primera etapa

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Se deduce que existe apoyo a la realización del proyecto sobre todo si se consideran que este ayudaría a mejorar las condiciones de vida en cuanto a salud y por tanto propender al desarrollo de la población.

Ver Anexo "A" (Gráficos de resumen de encuestas).

CAPITULO II

BASES DE DISEÑO

2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

2.1.1 Tipo de Sistema.-

2.1.1.1 Alternativas de diseño.-

Los principales sistemas que pueden presentarse en el diseño de alcantarillado son los siguientes:

- *Sistema combinado.-* Es aquel que transporta tanto las aguas pluviales como las aguas negras por un mismo sistema de tuberías o conductos. ①

- *Sistema Separado.*- Consiste en dos redes de tuberías o conductos distintos, las alcantarillas sanitarias y las alcantarillas pluviales. ①
- *Sistema mixto.*- Es una combinación de los dos anteriores, en ciertos tramos la red de tuberías recibe las aguas servidas y parte de las aguas lluvias y en otros tramos recibe el resto de las aguas lluvias. ①

Luego de realizar los análisis correspondientes para el barrio San José 1, se optó por el Sistema Combinado.

①ARIAS Miguel, Sistemas de Alcantarillado, Programa de Ingeniería Sanitaria, ESPE 7mo. Nivel, Pag. 9

- Influencia del sistema existente del barrio San José 2, adyacente al barrio en estudio, ya que cuenta con un sistema de alcantarillado combinado y hasta la presente fecha opera sin problemas.
- Por las condiciones climatológicas, ya que el barrio San José 1 se encuentra en una zona donde la precipitación es distribuida todo el año.
- Debido a las fuertes pendientes el drenaje de las aguas lluvias se lo hace en forma natural, buscando escurrir a

gravedad, y poco a poco se han convertido en pequeños esteros que desembocan en los sumideros del barrio Lourdes ubicado en la parte baja sector sur-oriente y otros que no han logrado encontrar salida forman pequeñas represas de aguas estancadas.

- La pendiente favorece al sistema combinado, para que la velocidad de flujo pueda ser auto-limpiante.

El sistema a diseñarse para el barrio San José Primera Etapa, de la parroquia Cutuglagua, cantón Mejía, provincia de Pichincha, consistirá en un *alcantarillado combinado*, en el cual se ha tomado en cuenta los criterios de descontaminación de aguas servidas mediante aliviaderos y separadores de caudal, con el propósito de transportar las aguas residuales hasta la futura planta de tratamiento. Los aliviaderos y separadores de caudal servirán para aliviar los caudales pluviales en crecidas, cuyos excesos se evacuarán hacia el cuerpo receptor, en la quebrada El Pugro, con cargas contaminantes mínimas que no afectarán al entorno.

2.1.2 Periodo de Diseño.-

Para la red de alcantarillado del Proyecto, se ha adoptado los parámetros de diseño proporcionados por la EMAAP-Q, en los cuales se establece un período de diseño de 20 años.

2.1.3 Población de Diseño.

La población de diseño del proyecto fue determinada por varios métodos estadísticos que se detallan a continuación.

Modelo aritmético: ②

Datos:

$$\begin{array}{ll} P_1 = & 1172 \text{ hab.} & \text{Censo año} = & 2006 \\ P_0 = & 350 \text{ hab.} & \text{Censo año} = & 1994 \\ m = & 12 \text{ años} \\ n = & 20 \text{ años} \end{array}$$

$$P = P_1 + n * \left(\frac{P_1 - P_0}{m} \right)$$

$$P = 1172 + 20 * \left(\frac{1172 - 350}{12} \right)$$

$$P = 2542 \text{ hab.}$$

Método Geométrico: ②

Datos:

$P_1 = 1172$ hab. Censo año = 2006

P = Población futura

r = tasa de crecimiento

n = Número de años entre el último censo y el último año del
Período de diseño

$r = 3.6\%$ tasa de crecimiento poblacional tomada del plan maestro
para parroquias rurales EMAAP-Q.

$$P = P_1 (1 + r)^n$$

$$P_{2026} = 1172 (1 + 0.036)^{(2026 - 2006)}$$

$$P = 2378 \text{ hab.}$$

©ARIAS Miguel, Sistemas de Agua Potable, Programa de Ingeniería Sanitaria, ESPE 7mo. Nivel, Pag. 23

$$P_i = 1172 \text{ hab}$$

$$t_i = 2006$$

$$t_f = 2026$$

$$P_2 = 1020 \text{ hab}$$

$$P_1 = 350 \text{ hab}$$

$$t_2 = 1994$$

$$t_1 = 2004$$

$$P_f = 1172 + \left(\frac{1020 - 350}{2004 - 1994} \right) * (2026 - 2006)$$

$$P_f = 2512 \text{ hab.}$$

$$\text{Valor Promedio} = \frac{3364 + 2542 + 2378 + 2512}{4} = 2699 \text{ habitantes.}$$

Otro Método:

Total población actual= 1172

lotes habitados= 273

personas promedio por lote = $1172 / 273 = 4.29 = 5$ habitantes

Total de lotes = 450 * 5 habitantes promedio
Estimación población futura= 2250 habitantes

Escogemos el **método geométrico** por ser más conservador y por que se utiliza una tasa de crecimiento empleada para parroquias rurales, el cual equivale a **2378 habitantes** para realizar los diferentes diseños.

Densidad poblacional actual = 35 habitantes por hectárea
Densidad poblacional futura = 71 habitantes por hectárea.

©ARIAS Miguel, Sistemas de Agua Potable, Programa de Ingeniería Sanitaria, ESPE 7mo. Nivel, Pag. 23

Para las áreas de aportación se ha considerado la zona netamente que está urbanizada. Cabe mencionar que los diseños se realizaron para conducir las aguas servidas y aguas pluviales del barrio San José 1.

En los diseños del alcantarillado, el área aportante de aguas servidas y aguas pluviales serán las que se determinen de acuerdo a las características topográficas del terreno, la distancia de sus calles, provocando figuras geométricas que son resultantes de la verdadera contribución a la redes de alcantarillado. En el cálculo se ha considerado el área y la población, que define la densidad poblacional que existe en la zona.

2.1.5 Caudal de Diseño.-

Se han adoptado los parámetros de la EMAAP-Q, para el alcantarillado de tipo *combinado*.

2.1.5.1 Caudal de aguas servidas.-

COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD O MAYORACIÓN (M).- El caudal medio de aguas servidas se utilizará siempre como parámetro para obtener el caudal máximo instantáneo, para lo cual de acuerdo a las *Bases de Diseño para Alcantarillado Combinado de la EMAAP-Q*, se lo afectará del coeficiente de simultaneidad "M" igual a:

$$M = \frac{3.697}{Q^{0.073325}} \text{ ③}$$

Donde:

M = Coeficiente de simultaneidad o mayoración.

Condición: M = 4, cuando Q < 4 l/s

Rango de límites = 1,5 ≥ M ≤ 4

Q = Caudal medio diario de aguas servidas en (l/s).

El caudal medio de las aguas residuales será igual al 70% de la dotación de agua potable. La dotación es de 170 + 40 (*por fugas*) = 210 l/h/d para el final del período de diseño.

Se considerará este caudal afectado por el coeficiente de simultaneidad o mayoración (M). Debiendo, aplicar la fórmula:

$$Q_{max} = PP * \left(\frac{210 * M}{86.400} \right) + 0,1 * A \quad \textcircled{3}$$

Donde:

Q_{max} = Caudal Máximo (l/s)
 PP = Población Proyectada
 M = Coeficiente de Mayoración
 0,1 A = Caudal de infiltración
 A = Área en Hectáreas

Puesto que el área de estudio no dispone de abastecimiento de agua potable, sino de agua entubada, el caudal medio de las aguas residuales, conforme se indicó anteriormente, será función de la dotación de agua potable real para el final del período de diseño.

③ Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado de la EMAAP-Q

La aportación de aguas lluvias, para drenaje de hasta 200 Ha, se determinará por el Método Racional cuya fórmula es:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{0.36} \quad \textcircled{3}$$

Donde:

Q = caudal en l/seg.
 C = coeficiente de escurrimiento
 A = área de drenaje en hectáreas.
 I = intensidad de lluvia en mm/hora.

En nuestro caso utilizaremos para el cálculo de la intensidad la ecuación de cálculo siguiente, por tener cercanía con la ubicación de nuestro proyecto.

ESTACION IZOBAMBA:

A ser usada para el Sur de Quito, a partir de la Av. 24 de Mayo

$$I = \frac{74.7140 * T^{0.0888}}{t^{1.6079}} * [\ln(t + 3)]^{3.8202} * (\ln T)^{0.1892}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

Ln = Logaritmo natural

T= tiempo (minutos) de concentración de la lluvia + tiempo de recorrido = (tc + tf = t)

tc = tiempo de concentración, el inicial mínimo 12 minutos o el calculado con fórmula:

$$tc = \frac{0.0195 * L^{1.155}}{(Dif.nivel)^{0.385}} \text{ ③}$$

y, para tiempo de recorrido:

$$t = \frac{1}{60} * \sum \left(\frac{Li}{Vi} \right) \text{ ③}$$

L = Li = Longitud del Colector (m)

Vi = Velocidad en el colector (m/s)

Para la intensidad de lluvia se utilizaron los datos del Instituto
 ③ Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado de la EMAAP-Q

Nacional de Meteorología e Hidrología, Departamento de Hidrometría, a través de las ecuaciones representativas de la estación pluviográfica de Izobamba. Dicha ecuación esta 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 precipitación en 24 horas.

$$I_{TR} = 121.48 * Id_{TR} * t^{-0.4723}$$

$$R^2 = 0.9847$$

I_{TR} = Intensidad de lluvia en (mm/h), y en función del período de retorno TR=10 años.

t = Tiempo de concentración en (minutos).

I_{DTR} = Factor que depende de las isolíneas, y éstas a su vez de la posición geográfica de las estaciones que se encuentran en todo el país.

Los períodos de retorno (T) que la hoja de cálculo considera para la determinación del caudal de aguas lluvias son de 10 años, y guardan concordancia con los valores adoptados por la EMAAP-Q para el diseño de redes principales.

Únicamente con la aprobación escrita de la EMAAP-Q, el Consultor podrá hacer cambios a estos períodos de retorno. De acuerdo a estos parámetros, para el Barrio San José 1, se adoptó un período de retorno de 10 años.

Método Racional.

Se aplica en cuencas de áreas con una superficie de aporte de hasta 200 Ha, como es el caso de San José 1, de Cutuglagua.

Para el Coeficiente de Escurrimiento (C); se recomiendan los valores siguientes:

0.70 Para centros urbanos con densidad de población cercana a la de saturación y con calles asfaltadas

0.60 Para zonas residenciales de densidad, $D \geq 200$ hab/Ha

0.55 Para zonas con viviendas unifamiliares, $150 < D < 200$

0.50 Para zonas con viviendas unifamiliares, $100 < D < 150$

0.40 Para zonas con viviendas unifamiliares, $D < 100$

0.40 Para zonas Rurales con población dispersa

Para el proyecto se adopta un valor de **C=0.40**, es decir una zona con viviendas unifamiliares y menores a 100 hab/Ha, de acuerdo a las características conocidas del sector.

2.1.6 Velocidad de Diseño.-

Para el cálculo de la velocidad se empleará la fórmula de Manning-Strickler, cuya expresión es:

$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{\eta} \text{ ③}$$

Donde:

- V = velocidad (m/s)
- J = pendiente del conducto
- R = radio hidráulico (R=A/P)
- η = coeficiente de rugosidad

③Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado de la EMAAP-Q

Tabla 2.1: Coeficiente de rugosidad

TIPO DE CONDUCTO	RANGO	η
Tubería de Hormigón Simple	0.012-0.015	0.013
Tubería de Plástico o PVC corrugada	0.013	0.013
Tubería Termoplástico de interior liso o PVC	0.010	0.010
Colectores y tuberías de hormigón armado fundido en sitio	0.013-0.015	0.015
Ladrillo	0.014-0.019	0.016
Mampostería de piedra	0.017-0.020	0.018
Tubería de acero corrugado	0.024-0.027	0.026
Canal en tierra sin revestir	0.025-0.040	0.033
Canal en roca sin revestir	0.030-0.045	0.038

Canal revestido con hormigón	0.013-0.015	0.015
Túnel en roca sin revestir	0.025-0.040	0.033
Túnel revestido con hormigón	0.014-0.016	0.015

Fuente: Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado de la EMAAP-Q

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

Para el proyecto del alcantarillado de San José 1, se adoptará un $\eta = 0.013$, que corresponde a una tubería plástica.

2.1.6.1 Criterios de Velocidad en los Conductos.-

De acuerdo al criterio establecido por la EMAAP-Q se tiene las siguientes velocidades:

V. mín. a tubo lleno	0,90 m/s
V. mín. de autolimpieza	0,50 m/s
(*)V. máxima de diseño en tuberías de hormigón	6,00 m/s

(*)V. máxima de diseño en canales y colectores,

de hormigón armado, y tubos termoplásticos o PVC 9,00 m/s

(*) Para velocidades superiores a estas, se proyectarán y diseñarán estructuras hidráulicas de disipación de energía que permitan pasar de régimen supercrítico a régimen subcrítico a la salida de dichas estructuras.

2.1.7 Cálculos Hidráulicos de la Red.-

Las tuberías y colectores se diseñarán a tubo-sección parcialmente lleno, con el 80 % como máxima capacidad a ser utilizada en el tramo y en condiciones de flujo a gravedad.

Estos cálculos se presentarán posteriormente, de acuerdo al formato proporcionado por la EMAAP-Q.

2.1.8 Tuberías.-

2.1.8.1 Dimensiones de la tubería.-

El diámetro mínimo en tuberías para los sistemas de alcantarillado de Quito será de 250 mm.

Con esta condición y verificando que cada una de las tuberías cumplan con las condiciones de diseño, se han determinado los diámetros obtenidos.

2.1.8.2 Material de la tubería.-

Del análisis técnico-económico relacionado con el uso de tubería para el alcantarillado combinado del barrio "San José 1" de la parroquia Cutuglagua, se ha establecido la conveniencia de utilizar tubería plástica de varios diámetros, por su transporte, manejabilidad, mayor rendimiento y de fácil adquisición, pero la característica más importante, es que en el sector no se realizaron estudios de corrosividad del terreno, pero se prevé la existencia de cloruros, por esta razón se justifica el uso de este material. El Municipio debe tomar la decisión de utilizar o cambiar el tipo de material, en la ejecución del proyecto.

También se justifica porque debido a la inclinación del terreno existe velocidades altas y la tubería plástica tiene la capacidad de soportar hasta 9 m/seg lo que compensaría el costo de la misma con la otra alternativa que sería la tubería de hormigón armado.

2.1.9 Pozos de Revisión.-

Se colocarán al inicio de los tramos, pozos de cabecera; cambio de pendiente, dirección y sección transversal.

La máxima distancia entre pozos será de 80 m. Debiendo considerar pozos intermedios entre puntos de intersección de los ejes de las vías en los tramos de fuerte pendiente.

La topografía definirá los puntos de intersección, los cuales coincidirán con los pozos implantados en el diseño.

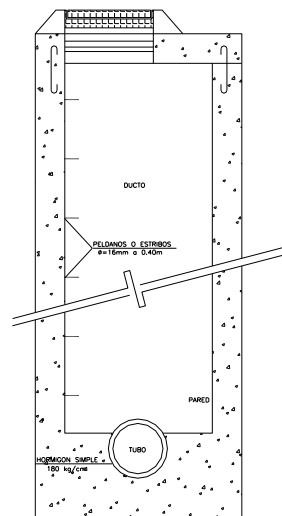


Figura 2.1: Esquema del pozo de revisión

2.1.10 Conexiones Domiciliarias.-

Como información para los planos de detalle, las conexiones domiciliarias se empatarán directamente desde un cajón de profundidad máxima de 1.5 m, a la red matriz o a canales auxiliares mediante tuberías de diámetro

igual a 150 mm con un ángulo horizontal de entre 45° a 60° y una pendiente entre el 2% y 11%.

Estas conexiones domiciliarias coincidirán en número con los lotes de la urbanización y están correlacionadas con las áreas de aporte definidas en el proyecto.

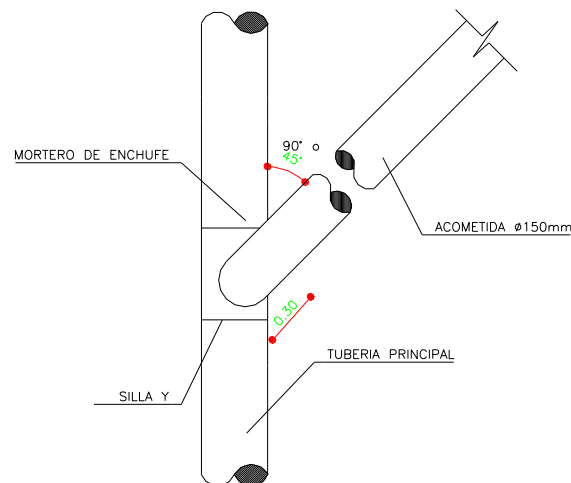


Figura 2.2: Esquema de conexión domiciliar

2.1.11 Sumideros.-

Son estructuras que permitirán el ingreso de la escorrentía superficial de aguas lluvias, que corren por las cunetas, las mismas que se conectarán directamente a los pozos de revisión, con una tubería de 200 mm de diámetro y una pendiente entre el 2% al 11%.

Se emplearán aquellas estructuras o rejillas de hierro fundido que permitan el ingreso del flujo con cierta facilidad adecuándolas al terreno cuando la pendiente longitudinal de la calle sea alta.

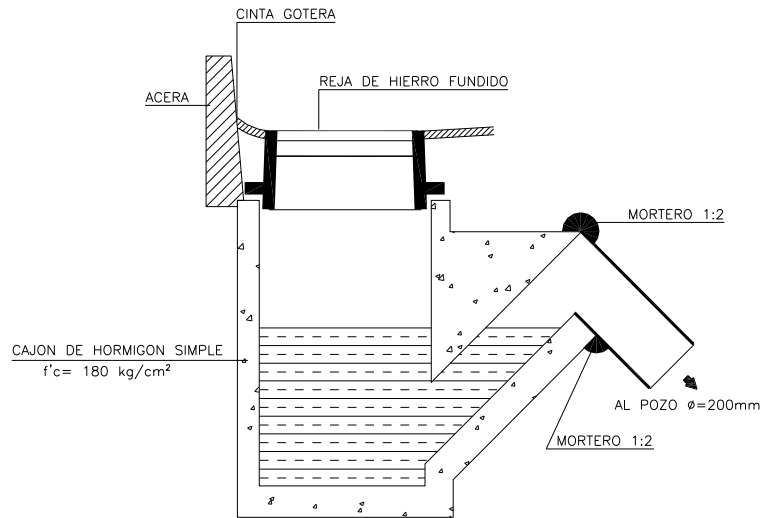


Figura 2.3: Esquema de sumidero

Ver anexo “G.10” planos de detalles de pozos, sumideros y conexiones domiciliarias.

CAPITULO III

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

La hoja de cálculo, se ha realizado en Excel en cuyas primeras filas se tienen las bases de diseño que son generales y, en las primeras columnas se tienen los datos particulares de cada uno de los tramos; en el resto de columnas, se procesa el resto de la información.

3.1.1 Datos de Diseño.-

Son generales para toda la hoja y contienen:

- a. Dotación de agua: 210 lt/hab/día
- b. Porcentaje de retorno: 70 %
- c. Período de retorno: 10 años
- d. Densidad poblacional: 71 hab/Ha
- e. Coeficiente de escorrentía: $C= 0.4$
- f. Diámetro mínimo: 250 mm

3.1.2 Datos de Ingreso.-

- ✓ COLUMNA 1:

Nombre de la calle.

- ✓ COLUMNA 2:

Número de pozo, determinado para que el cálculo sea secuencial, es decir para cada ramal el cálculo empieza con el pozo más alejado de la descarga, hasta llegar a la misma, intercalando en cada tramo los ramales que lo alimentan.

- ✓ COLUMNA 3:

Longitud del tramo entre los pozos que lo conforman, esta distancia será la horizontal medida de eje a eje, tomada de la lámina que contiene el diseño vertical entre ejes.

- ✓ COLUMNA 4:

Área parcial en hectáreas.

3.1.3 Resultados.

- ✓ COLUMNA 5: Área acumulada en hectáreas.

Ac

- ✓ COLUMNA 6: Área equivalente.

$$Ae = Ac * C$$

- ✓ COLUMNA 7: Tiempo de concentración.

$$tc = tc_{INICIAL} + \text{tiempo de flujo en el tramo}$$

- ✓ COLUMNA 8: Intensidad de lluvia (lt/s/Ha).

$$I = \frac{39.90 * T^{0.09}}{t^{1.98}} * [\ln(t + 3)]^{5.39} * (\ln T)^{0.11}$$

- ✓ COLUMNA 9: Caudal de aguas lluvias (lt/s).

$$Qp = I * Ae$$

- ✓ COLUMNA 10: Población acumulada (hab).

$$P_{AC} = Ae * \text{Densidad}$$

- ✓ COLUMNA 11: Caudal de aguas servidas (lt/s).

$$Q_{AS} = \frac{Dot * P_{AC} * 0.7^*}{86400}$$

(*) % de aportación del agua potable.

- ✓ COLUMNA 12: Factor de mayoración (M).

$$M = \frac{3.697}{Q^{0.073325}}$$

- ✓ COLUMNA 13: Caudal sanitario (lt/s).

$$Q_s = Q_{AS} * M$$

- ✓ COLUMNA 14: Caudal de diseño (lt/s), considerando cada uno de los tramos con sus propias características.

$$Q_d = Q_p + Q_s$$

- ✓ COLUMNA 15: Diámetro de la tubería (m).

$$D = \text{dato de ingreso}$$

- ✓ COLUMNA 16: Pendiente de diseño del proyecto (‰).

$$J = \text{dato de ingreso}$$

- ✓ COLUMNA 17: Velocidad a tubo lleno (m/s).

$$V = \frac{R^{2/3} * J^{1/2}}{\eta}$$

- ✓ COLUMNA 18: Caudal a tubo lleno (lt/s).

$$Q = \left(V * \pi * \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right) * 1000$$

- ✓ COLUMNA 19: Tiempo de flujo (min).

$$tf = \frac{L}{V * 60}$$

- ✓ COLUMNA 20: Relación de caudales.

$$\frac{Qd}{Q}$$

- ✓ COLUMNA 21: Velocidad de diseño (m/s).

$$V_{DIS} = \left(0.2812 + 5.2453 * \frac{Qd}{Q} - 18.8844 * \left(\frac{Qd}{Q} \right)^2 + 35.2216 * \left(\frac{Qd}{Q} \right)^3 - 30.5408 * \left(\frac{Qd}{Q} \right)^4 + 9.8056 * \left(\frac{Qd}{Q} \right)^5 \right) * V$$

- ✓ COLUMNA 22: Velocidad mínima de autolimpieza (m/s).

$$V_{MIN} = \left(0.2812 + 5.2453 * \frac{Qs}{Q} - 18.8844 * \left(\frac{Qs}{Q} \right)^2 + 35.2216 * \left(\frac{Qs}{Q} \right)^3 - 30.5408 * \left(\frac{Qs}{Q} \right)^4 + 9.8056 * \left(\frac{Qs}{Q} \right)^5 \right) * V$$

- ✓ COLUMNA 23: Calado (m).

- ✓ COLUMNA 24: Cota del terreno (m), dato de ingreso.

- ✓ COLUMNA 25: Cota del proyecto (m).

$$C_{PROYECTO} = C_{PROYECTO \text{ pozo ant.}} - (J \times L)$$

- ✓ COLUMNA 26: Corte en cada pozo (m).

$$Corte = Cota_{TERRENO} - Cota_{PROYECTO}$$

- ✓ COLUMNA 27: Observación y clases de tubería.

3.2 HOJA DE CÁLCULO.

En el Anexo "C" se presentan los cálculos hidráulicos.

CAPITULO IV

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

4.1 CARACTERISTICAS FÍSICAS AMBIENTALES

4.1.1 Ubicación.-

La ciudadela San José Primera Etapa está ubicada en el cantón Mejía, provincia de Pichincha con altitud media de 3100 m.s.n.m., con una temperatura media de 13°C y una pluviosidad media anual entre los 1500 y 1800mm.

4.1.2 Topografía.-

La topografía del sector varía entre pendientes leves a lo largo de la vía principal de la zona, hasta pendientes fuertes en sus laderas y límites con los terrenos de la Estación Experimental Santa Catalina y los terrenos del INIAP.

4.1.3 Recursos hídricos.-

El nivel freático de la zona en estudio es un poco profundo, según el análisis de suelos que se realizó, por lo que este no se va a ver afectado.

4.1.4 Flora y fauna.-

Como se pudo apreciar luego del reconocimiento realizado, existe poca vegetación natural y casi nada de fauna silvestre en el sector, en la actualidad parte del terreno ha sido removido para trabajos urbanísticos. Se puede encontrar en la mayoría de terrenos arados y cultivos.

En cuanto a la fauna existe principalmente la presencia de animales domésticos como ganado vacuno, lanar y ovino, aunque la mayor actividad en el sector es la agricultura.

4.1.5 Usos del suelo.-

El sector en estudio se encuentra implantado en una zona agrícola residencial debiéndose tomar en cuenta que el sector del proyecto es una zona residencial con ocupación de vivienda unifamiliares y

multifamiliares. La vía de acceso atraviesa la ciudadela Cutuglagua Central, su carpeta de rodadura esta empedrada en un 90%, cuanta con cunetas laterales en hormigón hidráulico y no tiene bordillos ni aceras.

4.1.6 Aspectos socio-económicos y culturales.-

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

4.2 NECESIDAD DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Debido a que la construcción del sistema de alcantarillado combinado de la ciudadela San José Primera Etapa producirá varios efectos en el medio ambiente se hace necesario conocer los aspectos básicos de éste, comprender el contenido 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 LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.

4.3.1 Generalidades.-

El proyecto se ha descrito en cierto grado de detalle en el capítulo de diseño y sus características principales se pueden apreciar en los respectivos planos de implantación. En el proyecto se han tenido en cuenta sus diferentes componentes como acciones del proyecto del

Sistema de Alcantarillado y sus obras complementarias, se prevé la construcción de este servicio básico para dar soluciones a la presencia de un área de expansión futura de la población San José 1.

4.3.2 Metodología de evaluación.-

Se ha considerado valorar magnitud, importancia y el carácter de los impactos negativos y se describen en forma clara los impactos positivos en la tabla 4.1, de la siguiente manera:

Tabla 4.1: Valoración de Impactos Ambientales

Valoración	Magnitud	Importancia	Carácter
1	Baja (B)	Baja (B)	Ocacional (O)
2	Moderada (M)	Moderada (M)	Local (L)
3	Alta (A)	Alta (A)	Permanente (P)

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

4.3.3 Factores ambientales.-

Medio Ambiente Físico:

- Calidad del Aire
- Medio Ambiente Biótico
- Flora
- Fauna

Medio Ambiente Social:

- Salud Pública
- Estética
- Aceptación Social.

4.3.3.1 Análisis ambiental del proyecto del sistema de alcantarillado.-

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

Para el análisis ambiental del proyecto, se considerarán adicionalmente en la calificación ambiental, en cuanto a impactos se refiere, los siguientes parámetros adicionales de calificación.

- Duración: temporal (T) o permanente (P).
- Reversible: reversible (R) o irreversible (I).
- Existencia de acción mitigadora: mitigable (M) o no mitigable (N).

Se toman en cuenta las fases del proyecto como son: construcción, operación y mantenimiento del sistema.

En el sistema de alcantarillado de la población San José 1 en el cantón Mejía, se prevé la construcción de este servicio para dar soluciones a un servicio básico inexistente que elevará el nivel de vida de sus pobladores.

Todo lo anterior, lleva a la ejecución de trabajos como instalación de redes, lo cual implica la excavación de zanjas, instalación de

tuberías, relleno y compactación final. Esta ejecución de trabajos generará efectos negativos de carácter temporal y extensivo sobre las condiciones biológicas y físicas del medio, dentro de la zona de cobertura del proyecto. Adicionalmente, se prevén molestias a los pobladores debido a la generación de polvo y lodo, la interrupción del tránsito tanto peatonal y vehicular de la zona de influencia para el proyecto.

En un balance general, la instalación de redes repercutirá positivamente en el medio socio-económico. Si bien es cierto que la acción causa molestias temporales a los sitios donde se ejecutarán dichos trabajos, en el balance final los beneficiarios producto de la revalorización de esas áreas por el tendido de redes de recolección son significativamente mayores.

Los principales impactos están asociados con la producción de polvo y lodo que afectan el tránsito de las personas y vehicular. La alteración de los usos del suelo, el depósito inadecuado del suelo de desalojo sobrante que altera el paisaje natural o estético. Un beneficio esperado es la generación de empleo temporal que podría utilizar mano de obra calificada y no calificada.

Oros aspecto que se debe tomar en cuenta: cuando se ejecutan los trabajos de tendido de red, se requerirá el uso de maquinaria (concreteras, vibradores, compactadores y en caso de excavación

a máquina retroexcavadoras, etc.) que provocaran de manera temporal y local niveles de ruido en el rango de 110 – 120 dB (de molesto a doloroso), los cuales son superiores a los máximos tolerables para la audición humana. Sin embargo, considerando la temporalidad y espacio del proyecto, y las precauciones que deben tomarse sobre este aspecto durante la construcción, sus efectos serán mínimos para el personal que laborarán en su ejecución.

En cuanto al depósito de suelo sobrante y desechos de construcción que se acumularán en las calles por efecto de la excavación, tendrá efecto negativo de carácter temporal y localizado, el cual se ha de ubicar frente a las viviendas (estética) por donde se ejecute el tendido de la tubería. Cabe mencionar que el volumen del suelo de la excavación sobrante será mínimo puesto que se utilizara para rellenar las zanjas.

Con respecto al material de desecho de la construcción, este será dispuesto en forma de relleno en los sitios indicados por el Contratante, con una Aceptación Social. En cuanto a la construcción de las conexiones domiciliarias a ejecutarse en las zonas dispersas, cuyos trabajos requieren de la excavación de zanjas y construcción de pozos, ha de preverse la colocación temporal de materiales de construcción dentro del área de viviendas, que genere molestias a los pobladores; sin embargo de

tratarse de pequeñas obras de corta duración, sus efectos serán mínimos y tolerables.

4.3.3.2 Aspectos ambientales, operación y mantenimiento.-

A fin de que se realice la operación y mantenimiento adecuados del proyecto, desde la óptica 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 deberá 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 servidas y el uso del cuerpo receptor.
- Medidas de control de deforestación, erosión, sedimentación y control de la contaminación en las cuencas de los cursos hídricos receptores de aguas tratadas.
- Aplicar recomendaciones dadas a los constructores en lo que tiene que ver con calibración de motores de maquinarias, para evitar la contaminación a la atmósfera, así como la disposición adecuada de los desechos de mantenimiento de maquinaria. Se dará especial interés al manejo y la disposición adecuada de los escombros y desechos de construcción, así como a las especificaciones técnicas constructivas, enfocadas desde el punto de vista ambiental.

En el Anexo se presentan las matrices de calificación de los impactos generados en la interacción proyecto-ambiente para el sistema de alcantarillado combinado del barrio San José 1 en sus fases de construcción, operación y mantenimiento.

4.3.3.3 Impactos positivos durante la construcción.-

- Mejoramiento de hábitos y costumbres que se irán incrementando paulatinamente en el sitio de vida de los pobladores, conforme se vayan implementando los diferentes componentes del sistema de alcantarillado.
- En esta etapa de construcción se generarán fuentes de trabajo, mismas que pueden ser ocupadas por habitantes de la misma comunidad generando ingresos económicos para su subsistencia.
- En el parámetro salud y seguridad se incentivará a la comunidad durante la construcción del proyecto por medio de charlas sanitarias con el fin de modificar hábitos y costumbres para la utilización del nuevo sistema de alcantarillado y lograr que la colectividad se conecte con la red.

4.3.3.4 Impactos positivos durante la operación y mantenimiento.-

- Un buen mantenimiento operacional del sistema dará como resultado el mejoramiento de las condiciones sanitarias, bienestar y salud de la población, reduciendo así las enfermedades

producidas por efecto de la falta de servicio, y disminuyendo la inversión económica en gastos de salud, tanto en adultos y especialmente en niños.

- Al garantizar el buen mantenimiento durante la vida útil del sistema se producirá un incremento poblacional, el mejoramiento de la infraestructura poblacional lo que traerá consigo la revalorización (plusvalía) de la zona.
- En el parámetro estilo de vida, habrá un mejoramiento de las prácticas de hábito e higiene de la población.
- En esta fase también existirá la posibilidad de fuentes de trabajo para los habitantes de la zona quienes son llamados al manejo operacional del mismo.

4.4 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Una vez identificados, analizados y cuantificados los impactos ambientales derivados del proyecto de alcantarillado, se deberán considerar los siguientes aspectos.

1. Un análisis de acciones posibles de realizar para aquellas actividades que según lo detectado en la identificación y valoración del impacto (matriz respectiva) impliquen impactos no deseados.
2. Una descripción de procesos, tecnologías, diseño y operación y otros que se hayan considerado para reducir los impactos ambientales negativos, cuando correspondan.

4.4.1 Medidas para mitigar impactos ambientales negativos durante la ejecución del proyecto.-

- Cuidados constructivos en obra para obligar al constructor del proyecto a la ejecución inmediata de los trabajos de excavación y relleno de las vías y zonas donde se ubicarán de red principal y conexiones domiciliarias, a fin de disminuir los efectos de levantamiento de polvo y generación de fango. Conseguir el mejoramiento de la calidad del aire, en vista que el proyecto se extiende por el camino de acceso al barrio San José 1.
- Restitución de la capa vegetal existente en el caso que así lo requiera.
- Desalojo inmediato del material sobrante de la construcción del sistema para no afectar el entorno estético ambiental.
- Dejar tramos de paso peatonal, durante las excavaciones, rellenos, etc, e instalación de puentes peatonales móviles si el caso lo exige.
- Implementación de medidas de señalización (avisos de peligro de excavaciones, rellenos, etc) con el fin de evitar accidentes peatonales en la zona.
- Control de la utilización de maquinaria pesada, con el fin de disminuir el ruido y excesivas vibraciones.
- Las horas de trabajo no deberán afectar el descanso cotidiano de la población.
- Conformación de una junta barrial con el objetivo de que por su intermedio la comunidad notifique los daños que presente el sistema.

- 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.
- Organización de charlas periódicas con el propósito de educar a la población acerca del buen uso del sistema. Recolección de basura para evitar que los desechos sólidos sean arrojados en los pozos de revisión.
- Por parte de la entidad ejecutora implementación de equipos y maquinaria en el menor espacio posible, con el fin de mantener el ecosistema de la zona.
- Acciones inmediatas para la reparación en el caso de producirse roturas y obstrucciones de tuberías, evitando posibles inundaciones y afectación del sitio donde se produzca el daño.
- Precautelación por el mal funcionamiento del sistema, con el fin de minimizar los gastos económicos extra que deberán ser cubiertos o abandonados por los usuarios del sistema.
- Se recomienda que se cumpla con las ordenanzas municipales para la evacuación de aguas industriales cercanas a la zona.
- Dentro de la planificación urbanística, es necesario contar con los estudios de dotación de servicios básicos confiables, a fin de brindar un óptimo servicio sanitario para los usuarios que garantice un buen funcionamiento del sistema a largo plazo.

Ver Anexo "D" (Matriz de Análisis de Impacto Ambiental).

CAPITULO V

MECANICA DE SUELOS

5.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Conocer las características de los materiales del sector en estudio, así como las condiciones del suelo en donde se implantarán las obras civiles propias del proyecto.

5.1.1 Objetivos Específicos del Estudio.-

- Determinar la naturaleza del suelo, mediante la clasificación de los materiales encontrados y recuperados durante la ejecución de sondeos mecánicos.
- Conocer las condiciones físicas y características geomecánicas del subsuelo de fundación, por medio de toma de muestras alteradas y ensayos de laboratorio.
- Evaluar la capacidad admisible del subsuelo bajo las condiciones de trabajo de las estructuras y establecer los parámetros de diseño de la cimentación de la estructuras.
- Emitir conclusiones y recomendaciones generales respecto al tipo de cimentación y excavación de zanjas, tomando en cuenta las características específicas de cada una de las estructuras.

5.1.2 Trabajos de campo.-

5.1.2.1 En la red de Alcantarillado San José 1

Se realizaron dos perforaciones a rotación percusión, de tres metros de profundidad y toma de muestras alteradas. Las perforaciones se realizaron en la calle C abscisa 0+376.53 y en la calle 3 abscisa 0+278.63.

5.1.2.2 En la descarga de la red de Alcantarillado San José 1

Se realizó una perforación a rotación percusión, de cuatro metros de profundidad en la descarga en el emisario en la abscisa 0+724.20

ESPECIFICACIONES

- Diámetro: Tres pulgadas
- Muestras: Alteradas cada 100 cm, en cada pozo.
- Muestreador: Cuchara partida.
- Ensayos: Ensayo Estándar de Penetración (SPT), cada metro.
- Martillo: Pesa 140lbs.
- Altura de caída: 75 cm.

5.1.3 Trabajos de Laboratorio.-

5.1.3.1 En la red de Alcantarillado San José 1

Con las muestras obtenidas en la abscisa 0+376.53 de la calle C y 0+278.63 de la calle 3, de 1.00 a 3.00m de profundidad (una muestra en cada abscisa) se realizaron ensayos típicos de clasificación de suelos (limite líquido, limite plástico, granulometrías y humedades naturales) mismos que servirán para poder determinar a qué tipo de suelos pertenecen los encontrados, dentro del sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

5.1.3.2 En las descarga de la red de Alcantarillado San José 1

Con la muestra obtenida de los trabajos de campo se realizaron ensayos típicos de clasificación de suelos (limite líquido, limite plástico, granulometrías y humedades naturales) mismos que servirán para poder determinar a qué tipo de suelos pertenecen los encontrados, dentro del sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

5.1.4 Descripción de los suelos encontrados

5.1.4.1 En la red de Alcantarillado San José 1

ABSCISA 0 + 376.53, calle C:

De 0 m a 1m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos, de color café oscuro que pertenecen al grupo MH, dentro del sistema unificado

de clasificación SUCS. Son limos elásticos poco compactados en su parte superior. En clasificación AASHTO son tipo A-5.

ABSCISA 0 + 376.53, calle C:

De 1m a 2m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos, de color café oscuro que pertenecen al grupo MH, dentro del sistema unificado de clasificación SUCS. Son limos micáceos o diatomáceos sin presencia de nivel freático. En clasificación AASHTO son tipo A-5.

ABSCISA 0 + 376.53, calle C:

De 2m a 3m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos, de color café oscuro que pertenecen al grupo MH, dentro del sistema unificado de clasificación SUCS. Son limos elásticos sin presencia de nivel freático. En clasificación AASHTO son tipo A-5.

ABSCISA 0 + 278.63, calle 3:

De 0m a 1m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos, con poca presencia de arenas en su parte superior que debe ser proveniente de acarreo por aguas lluvias. Su color café oscuro y variando a color amarillento claro que pertenecen al grupo MH, dentro del sistema unificado de clasificación SUCS. Son limos elásticos sin presencia de nivel freático. En clasificación AASHTO son tipo A-5.

ABSCISA 0 + 278.63, calle 3:

De 1m a 2m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos. Su color predominante es café claro y con presencia de cascajo, este tipo de suelo pertenece al grupo MH, dentro del sistema unificado de clasificación SUCS. Son limos elásticos. En clasificación AASHTO son tipo A-5.

ABSCISA 0 + 278.63, calle 3:

De 2m a 3m de profundidad

Los suelos encontrados son limos arenosos inorgánicos. Su color café claro y variando a color amarillento mate. Este tipo de suelo pertenece al grupo MH - OL, dentro del sistema unificado de clasificación SUCS. Son limos elásticos sin presencia de nivel freático. En clasificación AASHTO son A-5.

5.1.4.2 En la descarga de la red de Alcantarillado San José 1

ABSCISA 0 + 724.20, emisario:

De 0m a 1m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos con presencia de arena y bajas plasticidades. Su color café claro. Este tipo de suelo pertenece al grupo ML, dentro del sistema unificado de clasificación SUCS. Son limos arenosos y poco plásticos sin presencia de nivel freático. En clasificación AASHTO son tipo A-4.

ABSCISA 0 + 724.20, emisario:

De 1m a 2m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos con presencia de arena y bajas plasticidades. Su color café claro y amarillo oscuro. Este tipo de suelo pertenece al grupo ML, dentro del sistema unificado de clasificación SUCS. Son limos arenosos y poco plásticos sin presencia de nivel freático. En clasificación AASHTO son tipo A-4.

ABSCISA 0 + 724.20, emisario:

De 2m a 3m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos con presencia de arena y bajas plasticidades. Su color amarillo claro y con tendencia a oscuro. Este tipo de suelo pertenece al grupo ML-CL, dentro del sistema unificado de clasificación SUCS. Son limos arenosos y poco plásticos sin presencia de nivel freático. En clasificación AASHTO son tipo A-4.

5.1.5 Conclusiones.-

- El resultado del estudio de Mecánica de Suelos indica que según la clasificación SUCS en la población San José Primera Etapa, existen suelos mayoritariamente MH, es decir limos inorgánicos micáceos o diatomáceos de bajas plasticidades. También existe presencia de suelos tipo ML en menor cantidad, es decir limos inorgánicos arenosos y ligeramente plásticos.

- Los suelos presentan una humedad natural promedio de 40%, es decir humedad media, y su coloración va desde café oscuro hasta café claro, amarillo claro hasta tonalidades muy oscuras, detallado en los registros de perforación.
- No se detectó presencia de nivel freático en todas las perforaciones realizadas.
- La capacidad portante del suelo es buena esta alrededor de 10.0 kg/cm² por lo que se recomienda solo realizar un mejoramiento de suelo en el lugar donde se van a construir las estructuras como tanques enterrados y pozo separador de caudales.

5.1.6 Recomendaciones para la cimentación.-

- En la red de Alcantarillado San José, Primera Etapa.

En general en la red no existirán problemas de capacidad portante del suelo, por el motivo que se utilizará en su mayoría para el tendido, colocación e instalación de tubería plástica, cuyo peso por metro lineal es muy bajo. Para la construcción de pozos de revisión tampoco existirán problemas.

- En la descarga de la red de Alcantarillado San José, Primera Etapa

ABSCISA 0 + 724.20, calle 3:

- Mejoramiento del suelo: desde -4.00 hasta -5.00 de profundidad.

El mejoramiento del suelo se hará siguiendo las siguientes especificaciones:

- Tipo de mejoramiento: Reemplazo suelo Sub-base clase IV
- Compactación: Capas de 20cm de preferencia.

Ver Anexo "E" (descripción detallada de cada ensayo realizado y registro de perforación).

CAPITULO VI

DESCARGA

6.1. SEPARADOR DE CAUDALES

En el P98, se considera necesario la ubicación y diseño de un separador de caudales, con el propósito de disminuir el caudal que transporta las tuberías, el caudal sanitario continuaría hacia el P99 donde se implantará una planta de tratamiento y el excedente se descarga en la quebrada el Pugro.

El separador de caudales tiene por objeto transportar las aguas servidas por el conducto, aguas abajo y descargar el excedente en este caso las aguas lluvias en un lugar en donde la afectación sea mínima. Durante el invierno las aguas residuales son diluidas por la presencia de las aguas lluvias.

Para el respectivo caso, por ser el caudal sanitario pequeño, se ha optado por una estructura sencilla y fácil de construir pero que es funcional, la cual se puede observar en esquema presentado a continuación:

$$Q \text{ sanitario} = 13 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ pluvial} = 2136 \text{ l/s}$$

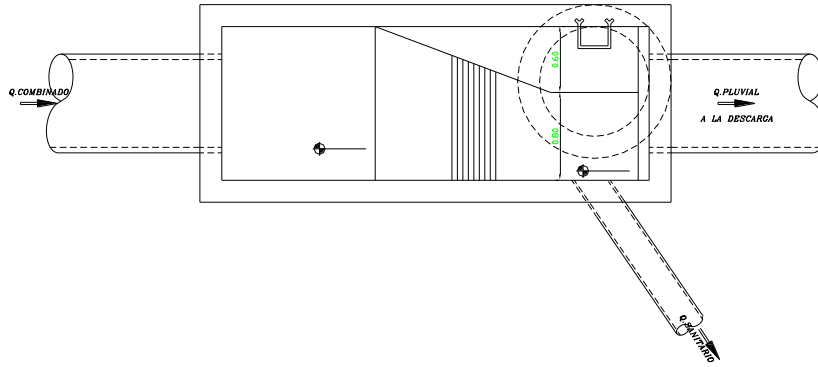


FIGURA 6.1: Esquema del separador de caudales

Se decidió que en este lugar es conveniente la ubicación y diseño del separador de caudales, además por cuanto el cuerpo receptor que sería el cauce de la quebrada La El Pugro esta aproximadamente a 70 m y la cota de descarga es la 3009.31 m.

6.2. CARACTERÍSTICAS DEL CUERPO RECEPTOR

Previo a la descarga de las aguas servidas se realizó el estudio de los cuerpos receptores, en función de los usos consultivos que tiene las aguas debajo de las descargas.

El vertido del Barrio San José de Cutuglagua Primera Etapa, se lo realiza en la quebrada el Pugro, la misma que tiene un ancho de 5 m y una profundidad de 3 m en la zona de la descarga. Su caudal en tiempo de estiaje es de $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que para el invierno el caudal puede llegar a $3 \text{ m}^3/\text{s}$, además el agua de esta quebrada no tiene uso agrícola ni ganadero.

6.2.1 Estudio Sanitario.-

Para este proyecto se ha considerado lo siguiente:

- ✓ Usos potenciales de la quebrada.
- ✓ Normas de calidad que garanticen los usos previos.

- ✓ Criterios sobre las descargas.

Los criterios adoptados para determinar las características de calidad de los cuerpos receptores son:

- ✓ PH del agua.
- ✓ Oxígeno disuelto (OD).
- ✓ Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).
- ✓ Demanda química de oxígeno (DQO).
- ✓ Sólidos suspendidos totales.
- ✓ Sólidos suspendidos volátiles.

6.2.2 Calidad de las Aguas.-

Cuerpo receptor.

La calidad de las aguas del cuerpo receptor fueron determinadas una vez recogidas muestras del curso de agua que va a ser afectado.

Características de las aguas servidas.

La calidad de las aguas servidas del barrio corresponde, a aguas medianamente cargadas:

$$\text{DBO}_5 = 120 \text{ mg/l,}$$

$$\text{OD} = 0 \text{ mg/l y}$$

$$\text{MPH como E. Coli de } 10^6.$$

Capacidad de dilución del cuerpo receptor.

Para determinar el grado de tratamiento, este esta condicionado a la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo receptor por lo que a continuación se realiza un balance de masas de la mezcla.

$$C_M = \frac{Q_{AS} \cdot C_{AS} + Q_R \cdot C_R}{Q_{AS} + Q_R}$$

$$DBO_5 = \frac{5000 \cdot 20 + 5.9 \cdot 120}{5005.9}$$

$$DBO_5 = 20.12 \text{ colonias}/_{10ml}$$

$$E. COLI = \frac{5000 \cdot 80 + 5.9 \cdot 10^6}{5005.9}$$

$$E. COLI = 1258.51 \text{ colonias}/_{10ml}$$

Como se puede apreciar, la quebrada el Pugro presenta debido a su caudal mínimo, una gran dilución que permite concluir que el tratamiento necesario es el *primario*.

6.3. TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

El tratamiento primario se lo realizará con un tanque **IMHOFF**. Se recomienda en una primera etapa construir el tanque como tratamiento primario y evacuar el efluente directamente al río, por medio de una tubería perforada o riego superficial como tratamiento secundario, para en el futuro si se cuenta con más recursos económicos implementar el tratamiento con filtro anaerobio con flujo ascendente o terrenos pantanosos artificiales.

6.3.1 Tratamiento Primario.-

Mediante el **tratamiento primario** se remueven los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga del tratamiento biológico. Estos sólidos removidos deben ser procesados antes de su disposición final, siendo la más usada la digestión anaeróbica y los lechos

de secado. Estos procesos de tratamiento primarios se los realiza con tanques Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación.

En SAN JOSE 1 se utilizará el tanque Imhoff, mediante el cual se realiza simultáneamente la sedimentación y la digestión anaeróbica. Consta de una cámara superior de sedimentación de forma cónica, sobre las paredes de este compartimento ruedan los sólidos que pasan por una ranura a un compartimento inferior en donde se realiza la digestión anaeróbica. Es fácil la operación del tanque Imhoff y no se requieren equipos complicados. El control se limita a revisar periódicamente la profundidad de los lodos y a eliminar las natas que se forman en la superficie de los compartimentos de sedimentación y ventosas extractoras de gases. Desde el fondo de los compartimentos de digestión salen conductos que eliminan los gases generados en el proceso.

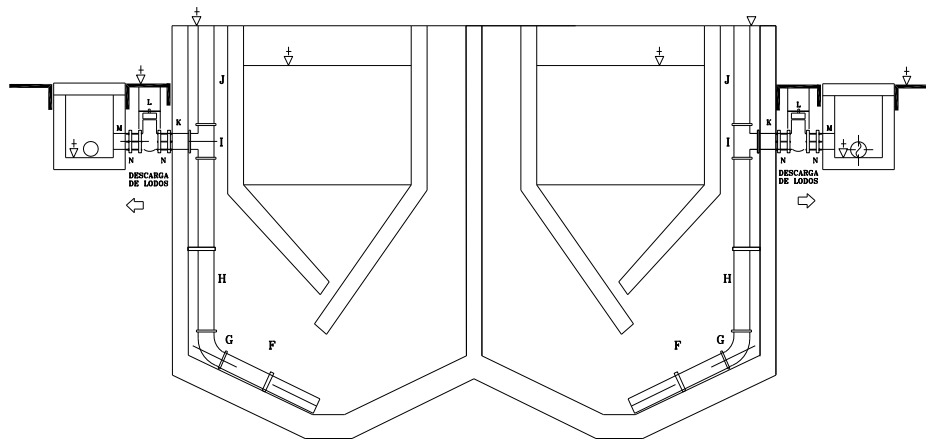


FIGURA 6.2: Esquema del Tanque IMHOFF

6.3.2 Tratamiento Secundario.-

Se logró localizar el sitio para el tratamiento cercano a la quebrada El Pugro, cuya agua no es utilizada aguas abajo, razón por la cual es factible descargar el efluente hacia ella, para lo cual se ha previsto un tratamiento secundario mediante zanjas de infiltración con tubería perforada. En caso de que no sea factible la zanja de infiltración, se estableció la posibilidad de utilizar un filtro anaerobio.

6.4 DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

6.4.1 Diseño del Tanque Imhoff

Se ha adoptado el período de diseño de 25 años. La ejecución se ha considerado en una etapa.

Para el diseño de la zona de sedimentación se considera un volumen mínimo de 1 500 litros, y utilizando los siguientes criterios:

- Se determina el área requerida para el proceso con una carga superficial de $0.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$.
- El período de retención nominal será entre 1 h a 1,5 h. Del producto de la carga superficial y el período de retención se obtendrá la profundidad.
- Alternativamente se dimensiona la cámara de decantación con una tasa de 30 litros por habitante.
- El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados, hacia la arista central será del 67% al 80%.

- En la arista central se dejará una abertura para el paso de los sólidos de 0,15 m a 0,2 m.
- El borde libre será entre 0,3 m a 0,6 m.
- Las estructuras de entrada y salida, así como otros parámetros de diseño serán los mismos que para los sedimentadores rectangulares convencionales.

Para el diseño del compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (zona de digestión) se considera un volumen mínimo de 3 000 litros, y los siguientes criterios:

- El compartimiento se dimensiona para almacenar lodos durante un período de 60 días, al cabo del cual se considera completa la digestión. Para el efecto se determinará la cantidad de sólidos en suspensión removida, en forma similar que para un sedimentador primario. El volumen se determinará considerando la destrucción del 50% de sólidos volátiles, con una densidad de 1,05 kg/l y un contenido promedio de sólidos del 12,5% (al peso).
- Alternativamente se determinará el volumen del compartimiento de lodos considerando un espacio de 60 litros por habitante.
- El fondo del compartimiento tendrá la forma de un tronco de pirámide, cuyas paredes tendrán una inclinación de 30° a 45° con respecto a la horizontal.

El lodo retenido en las tolvas de tanque Imhoff será retirado cada cierto tiempo (6 meses) y se someterá a un secado, que se acondicionarán lechos en un lugar cercano a la tubería de evacuación. El secado del lodo se producirá por evaporación e infiltración. La evacuación del lodo se efectuará en lo posible por gravedad.

Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y las del sedimentador (zona de espumas) se considera un volumen mínimo de 1.500 litros, y los siguientes criterios:

- El espaciamiento libre será de 0,6 m como mínimo.
- La superficie libre total será por lo menos 20% y preferiblemente 30% del área total del compartimiento de digestión.
- Alternativamente se determinará el volumen de la zona de espumas usando una tasa de 30 litros por habitante.

Las facilidades para remoción de lodos digeridos deben ser diseñadas en forma similar que para sedimentadores primarios, considerando que los lodos son retirados para secado en forma intermitente. Para el efecto se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El diámetro mínimo de las tuberías de remoción de lodos será de 20 cm.
- La tubería de remoción de lodos debe estar 15 cm. por encima del fondo del tanque.
- Para remoción hidráulica del lodo se requiere de una carga hidrostática mínima de 1,5 m.

DATOS

Población: 2378 hab. Area = 33.46 Ha.
Dotación 210 l/hab/día Qmd = 105 m³/día
 $M = 3.0525 * e^{-0.0935 * t}$ t = 1.0 = tiempo de retención M = 2.78
Qinf = 42.6 * A^{-0.3} m³/Ha/día Qinf = 15 m³/día
Q_T = caudal planta de tratamiento = Q_T = Qmd * M + Qinf.
Q_T = 307.17 m³/día

6.4.1.1 Dimensionamiento del compartimiento de sedimentación.-

Q = Caudal de diseño Vs = Volumen de sedimentación

Período de retención: Tr = 1.5 horas Carga superficial: R = 1
m³ / (m². h)

h₅ = 0.30 m borde libre. θ = 60°

$$Vs = Tr * Q = 1.5 \text{ h} * 307.17 \text{ m}^3/\text{día}/24 \text{ h} = 19.2 \text{ m}^3$$

$$Vs = (b * h_4 / 2) * L$$

Las relaciones L/b deberán estar entre 3 y 10, siendo lo recomendable que sea 4: L = 4 * b

$$Vs = 2 * b^2 * h_4$$

$$\text{tg}\theta = 2 * h_4 / b \quad h_4 = b * \text{tg}\theta / 2$$

$$Vs = b^3 * \text{tg}\theta$$

$$b = (Vs / \text{tg}\theta)^{(1/3)} = (19.2/\text{tg } 60^\circ)^{1/3} = 2.23 = \mathbf{2.2m}$$

Resumiendo los valores para la cámara de sedimentación son:

$$\mathbf{L = 8.80 \text{ m} \quad h_4 = 1.91 \text{ m} \quad Vs = 18.44 \text{ m}^3}$$

6.4.1.2 Dimensionamiento del compartimiento de digestión, lodos.-

$$\text{Tasa} = 60 \text{ l/hab} \quad \text{Carga} = 12 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{día})$$

Vd = Volumen de digestión Ad = Area de digestión B = Ancho del tanque

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\text{Vd.} = \text{Tasa} \cdot \text{Pob.} = 60 \text{ l/hab} \cdot 2378 \text{ hab} = 143 \text{ m}^3$$

$$c = 0.40 \text{ m} \quad e = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{Vs} = (b \cdot h^4 / 2) \cdot L \quad b = 2\text{Vs}/(h^4 \cdot L) = 2 \cdot 18.44 / (1.91 \cdot 8.8) = 2.19$$
$$\text{Ad} = \text{Q}/\text{Carga} = 307.17/12 = 25.59 \text{ m}^2$$

$$B = b + 2 \cdot c + 2 \cdot e = 2.19 + 2 \cdot 0.40 + 2 \cdot 0.20 = 3.39$$

$$\mathbf{B = 3.40 \text{ m}}$$

$$\text{tg } \alpha = h_1 / ((B - c)/2) \quad h_1 = \text{tg } \alpha \cdot (B - c) / 2 = \text{tg}(30^\circ) \cdot (3.40 - 0.40) / 2 = 0.87 \text{ m}$$

$$\mathbf{h_1 \text{ adoptado} = 0.8 \text{ m}}$$

$$V_1 = L \cdot B \cdot h_1 / 3 = (8.8 \cdot 3.4 \cdot 0.8) / 3 = 7.97 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \text{Vs} - V_1 = 18.44 - 7.97 = 10.46 \text{ m}^3$$

$$h_2 = V_2 / A_2 = 8.47 / (3.0 \cdot 8.4) = 0.42$$

$$\mathbf{h_2 \text{ adoptado} = 0.45 \text{ m}}$$

ZONA NEUTRA

$$\text{Tasa} = 30 \text{ l/hab} \quad h_3 = \text{Altura zona neutra} \quad \text{Vn} = \text{Tasa} \cdot \text{Pob} = 30.0 \text{ l/hab} \cdot 2378 \text{ ha} = 71.0 \text{ m}^3$$

$$h_3 = \text{Vn} / \text{Ad} = 71.0 / 25.59 \text{ m} = 1.17$$

$$\mathbf{h_3 \text{ adoptado} = 1.20 \text{ m}}$$

$$\mathbf{ALTURA \quad TANQUE} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \text{espesor} = 0.80 + 0.45 + 1.20 + 1.91 + 0.12 = 4.48$$

$$\mathbf{H \text{ adoptado} = 4.50 \text{ m}}$$

AREA DE VENTILACION

$$A_{\text{vent. mín}} = 30\% \text{ Ad} = 0.3 \cdot 25.59 = 7.68 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{vent}} = 2 \cdot c \cdot L \quad c = A_{\text{vent}} / (2 \cdot L) = 7.68 / (2 \cdot 8.8) = 0.42$$

$\mathbf{c \text{ adoptado} = 0.40 \text{ m}}$ (este valor se utilizó en los cálculos anteriores)

6.4.2 Diseño del tratamiento secundario.-

Es sitio seleccionado para el tratamiento, en el barrio San José 1, está muy cercano a la quebrada El Pugro, que por su profundidad sus aguas no están siendo utilizadas. Se puede mejorar sin embargo la calidad del efluente vertido a la quebrada desde la planta de tratamiento, con una infiltración parcial de acuerdo con las condiciones de permeabilidad del suelo, utilizando para ello una tubería perforada y una zanja de filtración acorde con las condiciones topográficas y distancia entre el tanque y la quebrada. Se realizaron pruebas para establecer las condiciones de permeabilidad del suelo.

6.4.2.1 Pruebas de infiltración

La capacidad de absorción del suelo se la mide mediante una prueba de infiltración que permite obtener una aproximación cuantitativa.

Para la selección de campo de infiltración se realizarán varias pruebas con fosos de prueba separados uniformemente dentro del área propuesta. Los fosos son de 30x30cm y hasta la profundidad de la zanja de infiltración y se realiza el siguiente procedimiento:

- Preparación del Fosos. Las paredes y el fondo se conforman cuidadosamente, retirándose el material sobrante. Se agrega una capa de arena gruesa o grava fina de 5cm de espesor

para proteger el fondo. Se llena el foso hasta una profundidad de 30cm sobre la grava; se vuelve a llenar si es necesario para mantenerlo inundado el foso por espacio aproximado de 4 horas. Se recomienda hacer ésta operación durante la noche.

- Medición de la tasa de infiltración. Alas 24 horas de la primera llenada se determina la tasa de infiltración.
- Si el agua permanece en el foso después del período nocturno, se ajusta la profundidad aproximadamente a 25 cm sobre la grava; con un punto de referencia se mide el descenso del nivel durante un período de 30 minutos. Este descenso se utiliza para calcular la tasa de infiltración.
- Si el agua no permanece en el foso después del período nocturno de expansión, se añade agua hasta una lámina de 15cm por encima de la grava. Utilizando un punto fijo se mide el agua a un intervalo de 30 minutos durante un período de 4 horas. Si es oportuno se añade el agua hasta el nivel de 15cm por encima de la grava. El descenso que ocurre durante el período final se utiliza para calcular la tasa de infiltración.
- En suelos arenosos o en otros, donde los primeros 15cm de agua se filtra en menos de 30 minutos después del período nocturno de expansión, el intervalo de mediciones debe ser de 10 minutos y la prueba dura una hora. El descenso que ocurra en los últimos 10 minutos se utiliza para calcular la tasa de infiltración.

Tabla 6.1: Valores promedio para establecer la tasa de infiltración

VALORES PROMEDIO PARA ESTABLECER LA TASA DE INFILTRACION			
TASA DE PERCOLACION (MINUTOS/PULGADA)	TASA DE INFILTRACION (LITROS/MET.CUAD/DIA)	TASA DE PERCOLACION (MINUTOS/PULGADA)	TASA DE INFILTRACION (LITROS/MET.CUAD/DIA)
1	189	10	60
2	130	15	49
3	109	30	34
4	94	45	30
5	83	60	22

- Zanjas de Infiltración. El efluente del campo séptico es conducido al campo de infiltración, y mediante las zanjas de infiltración se percolará al subsuelo permitiendo su oxidación y disposición final.
- El área de absorción es la cantidad de metros cuadrados requeridos para infiltrar el caudal efluente, Q, del séptico. Para efectos de diseño se asume el área efectiva de filtración la mayor entre las áreas de fondo y las paredes laterales, en consecuencia el área es: $A = \frac{Q \times P}{R}$

A es el área de absorción en m², Q el caudal en lts/hab/día, P el número de personas, y R la tasa de infiltración en lts/m²/día.

- Un suelo con una tasa de percolación con valores mayores a 60 minutos por pulgada no es apto para la constitución de campos de infiltración.

- La profundidad de las zanjas se determina de acuerdo con el nivel freático y a la tasa de infiltración, con una profundidad mínima de 0.60m. La diferencia mínima entre el fondo de la zanja y el nivel freático será de 1.20m.
- La longitud de la zanja se determina de acuerdo con el ancho y con la tasa de infiltración. El ancho mínimo es de 0.30 en terrenos de alta permeabilidad, y normalmente se emplea un ancho 0.60m.

6.5 DISEÑO DE LA DESCARGA

Se propone realizar una descarga del efluente del tanque **IMHOFF** directamente a la quebrada El Pugro utilizando una tubería PVC de 200 mm de diámetro, perforada y asentada en una zanja rellena con ripio.

Ver anexos “G.9, G.6, G.7 y G.8” (Planos de detalle del separador de caudales y de planta de tratamiento)

CAPITULO VII

PRESUPUESTO Y PROGRAMACION DE OBRA

7.1 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios son aproximados, pues se basan en suposiciones, además, dependen de la habilidad que tenga el analista y para su estimación están supeditados a condiciones promedio de consumo, pérdidas y desperdicios.

Los precios unitarios son específicos, pues cada estimación es propia de cada proceso constructivo y es consecuencia de su planificación y ejecución.

Los precios unitarios son válidos en el momento del cálculo y en las condiciones dadas para el mismo, pero deben ser actualizados continuamente pues los insumos que lo componen están variando rápidamente. ④

7.1.1 Análisis del costo de mano de obra.-

La base de datos se realizó en función del boletín técnico informativo de la Cámara de la Construcción de Quito y la tabla de los sueldos para trabajadores de la construcción de la Contraloría General del Estado, del cual se tomaron como referencia los salarios de acuerdo a las categorías ocupacionales, para el mes de febrero del 2007.

7.1.2 Análisis de materiales.-

El análisis se basó en la lista de precios de materiales de la Cámara de la Construcción de Quito, actualizado al mes de febrero del 2007.

④Manual de costos de la construcción, CAMECO-Quito

Para el cálculo del costo horario de una máquina es necesario tomar en cuenta el período de vida útil que depende de las condiciones de trabajo y operacionales a la cual esta sometida.

7.1.4 Análisis del costo indirecto y utilidad.-

Los costos indirectos son aquellos gastos que no han sido considerados en los directos y que se producen en la ejecución de un proyecto, para el presente estudio se trabajó con el 30% de costos indirectos.

Se determinó los costos indirectos de la siguiente manera:

Cuadro 7.1: Distribución de costos indirectos

Dirección técnica	6.00%
Administración	5.00%
Imprevistos y gastos generales	5.00%
Utilidad	14.00%
Total	30.00%

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

7.2 TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS.-

Los volúmenes de obra se calcularon sobre la base de las características mismas del proyecto, obtenidas de los juegos de planos, en los cuales constan los tipos de materiales y cantidades a utilizarse.

Cuadro 7.2: Resumen general del presupuesto de obra

RUBRO	COSTO TOTAL
SUMIDEROS Y CONEXIONES	113.883,98
MOVIMIENTO DE TIERRAS	82.108,66
TUBERIA	80.417,13
POZOS DE REVISION	56.233,59
SEPARADOR DE CAUDALES	1.935,88
TANQUE IMHOFF	11.037,50
MURO DE ALA	1.766,17
TRABAJOS VARIOS	4.397,30
TOTAL	351.780,21

Elaborado: Luis R. Jurado Z.

7.3 CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

Adicionalmente, se encuentra calculado el Cronograma valorado de Trabajos en donde se encuentra determinado los períodos aproximados de cada uno de los rubros, para este proyecto se ha establecido que es factible ejecutarlo en 6 meses.

Ver anexos “F.1, F.2 y F.3” (tabla de cantidades y precios, cronograma valorado de trabajos y análisis de precios unitarios)

CAPITULO VIII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

8.1 Excavación de Zanjas

Definición.

Es la acción de remover y retirar la tierra y otros materiales, para establecer las zanjas de acuerdo a las especificaciones del diseño del sistema.

Especificaciones.

- **Excavación en Tierra**

1. Los tramos del canal comprendido entre dos pozos consecutivos seguirán una línea recta y tendrán una sola gradiente.
2. El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir libremente el trabajo de los obreros colocadores de tubería o constructores de colectores y para la ejecución de un buen relleno. En ningún caso, el ancho del fondo de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más de 0.50m, sin entibados, con entibamiento se considerará un ancho del fondo de zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más de 0.80m.
3. En la construcción, el ancho del fondo de la zanja será igual al de la dimensión exterior del colector.
4. El dimensionamiento de la parte superior de la zanja, para el tendido de los tubos varían según el diámetro y la profundidad a la que van a ser colocados. Para profundidades de entre 0 y 2.00 m se procurará que las paredes de las zanjas sean verticales, sin taludes.

5. Para profundidades mayores de 2.00 m preferiblemente las paredes tendrán un talud 1:1,25 que se extienda hasta el fondo de las zanjas.
6. En ningún caso se excavará con maquinaria tan profundo que la tierra del plano de asiento de los tubos sea aflojada o removida. El último material que se va a excavar será removido con pico y pala, en una profundidad de 0,50m y se le dará al fondo de la zanja la forma definitiva que el diseño y las especificaciones lo indiquen.
7. Las excavaciones deberían ser afirmadas de tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no diste en ningún caso más de 5cm de la sección del proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la excavación deberá ser afinado cuidadosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente del proyecto.
8. La realización de los últimos 10cm de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería. Si por el exceso en el tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de la tubería se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, este será por cuenta exclusiva del constructor.
9. Cuando se realice la excavación de zanjas en material sin la consistencia adecuada para soportar la tubería, a juicio del ingeniero supervisor, la parte central de la zanja se excavará en forma redonda de manera que la tubería se apoye sobre el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante inferior y en toda su longitud. Antes de bajar las tuberías a la zanja o durante su instalación deberá excavar en los lugares en que quedarán las juntas, cavidades o conchas que alojen las campanas o cajas que formarán las

uniones. Esta conformación deberá efectuarse inmediatamente antes de tender la tubería.

10. Se deberá vigilar para que desde el momento en que se inicie la excavación hasta que se termine el relleno, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, no transcurra un lapso de 7 días calendario, salvo condiciones especiales que serán absueltas por el ingeniero supervisor.
11. Cuando a juicio del ingeniero supervisor el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre-excavación hasta encontrar terreno conveniente. Dicho material se removerá y se reemplazará hasta el nivel requerido con un relleno de tierra, material granular, u otro material aprobado por el ingeniero supervisor. La compactación se realizara con un óptimo contenido de humedad, en capas que no excedan de 15 cm de espesor y con el empleo de un compactador mecánico adecuado para el efecto.
12. Si los materiales de fundación naturales son alterados o aflojados durante el proceso de excavación, más de lo indicado en los planos, dicho material será removido, reemplazado y compactado, usando un material conveniente aprobado por el ingeniero supervisor. En construcción de colectores de hormigón, el relleno se realizará con hormigón de menor resistencia. El material excavado en exceso será desalojado del lugar de la obra.
13. Cuando los bordes superiores de las excavaciones de las zanjas estén ubicados en pavimentos, los cortes deberán ser los mas rectos y rectangulares que sea posible.

- **Presencia de agua.**

La excavación de zanjas puede realizarse con presencia de agua proveniente del subsuelo, de aguas lluvias, de inundaciones, de operaciones de construcción, aguas servidas y otros. 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 o formas de eliminar el agua de las excavaciones son descritos más adecuadamente en la parte " Drenaje y Protección contra el agua ", pero pueden ser tratados con tablestacados, ataguías, drenaje, cunetas y otros.

En los lugares sujetos a inundaciones de aguas lluvias se debe prohibir efectuar excavaciones en tiempo lluvioso. Las excavaciones no deberán tener agua antes de colocar tuberías y colectores; bajo ningún concepto se colocarán bajo agua. Las zanjas se mantendrán secas hasta que las tuberías o colectores hayan sido completamente acoplados y en ese caso se conservaran por lo menos seis horas después de colocado el mortero y hormigón.

- **Condiciones de seguridad y disposición del trabajo**

Cuando las condiciones del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del ingeniero supervisor, éste ordenará al constructor la colocación de entibados y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de los trabajadores, de la obra y de las estructuras o propiedades adyacentes o que exijan las leyes o reglamentos vigentes. El ingeniero supervisor debe exigir que estos trabajos sean realizados con las debidas seguridades y en la calidad y cantidad necesaria.

1. El ingeniero supervisor está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras y / o las personas, hasta que se efectúen los trabajos de entibamiento o apuntalamientos necesarios.
2. En cada tramo de trabajo se abrirán no más de 100 m de zanja con anterioridad a la colocación de la tubería y no se dejarán mas de 100 m de zanja sin relleno luego de haber colocado los tubos, siempre y cuando las condiciones de terreno y climáticas sean las deseadas.

En otras circunstancias, será el ingeniero supervisor quien indique las mejores disposiciones para el trabajo. Las zanjas se mantendrán sin agua durante todo el tiempo que dure la colocación de los tubos. Cuando sea necesario, deberán colocarse puentes temporales sobre las excavaciones aún no rellenas, en las intersecciones de las calles, en accesos a garajes o cuando haya lotes de terreno afectados por la excavación; todos esos puentes serán mantenidos en servicio hasta que los requisitos de las especificaciones que rigen el trabajo anterior hayan sido cumplidos. Los puentes temporales estarán sujetos a la aprobación del ingeniero supervisor.

- **Manipuleo y desalojo del material excavado.**

Los materiales excavados que van a ser utilizados en el relleno de calles y caminos, se colocarán lateralmente a lo largo de la zanja; este material se mantendrá ubicado en tal forma que no cause inconvenientes al tránsito del público. Se preferirá colocar el material excavado a un solo lado de la zanja. Se deberá proveer libre acceso a todos los hidrantes contra incendios, válvulas de agua y otros servicios que requieren facilidades para su operación y control. La

capa vegetal removida en forma separada será acumulada y desalojada del lugar. Durante la construcción y hasta que se haga la repavimentación definitiva o hasta la recepción del trabajo, se mantendrán la superficie de la calle o camino, libre de polvo, lodo, desechos o escombros que constituyen una amenaza o peligro para el público.

- Los materiales excavados que no vayan a utilizarse como relleno, serán desalojados fuera del área de los trabajos.
- Todo el material sacado de las excavaciones que no será utilizado y que ocupa un área dentro del ancho de vía, será transportado fuera y utilizado como relleno en cualquier otra parte.

- **Medición y pago.**

La excavación de zanjas se medirá en m³ con aproximación de un decimal, determinándose los volúmenes en obra según el proyecto. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al constructor. Se tomarán en cuenta la sobre-excavación cuando éstas sean debidamente aprobadas por el ingeniero supervisor.

8.2 Excavación de zanjas en tierra en seco.

Entibamientos

- **Definición**

Entibamiento es el trabajo que tiene por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes e impedir o retardar la penetración del agua subterránea en zanjas, y otros.

- **Especificaciones**

1. **Protección apuntalada**: las tablas se colocan verticalmente contra las paredes de la excavación y se sostienen en esta posición mediante puntales transversales que son ajustados en el propio lugar. El objeto de colocar las tablas contra la pared es sostener la tierra e impedir que el puntal transversal se hunda en ella. El espesor y dimensiones de las tablas, así como el espaciamiento entre los puntales dependerán de las condiciones de la excavación y del criterio del ingeniero supervisor.

Este sistema apuntalado es una medida de precaución, útil en las zanjas relativamente estrechas, con paredes de arcilla compacta u otro material coherente. No debe usarse cuando la tendencia a la socavación sea pronunciada. Esta protección es peligrosa en zanjas donde se hayan iniciado deslizamientos, pues da una falsa sensación de seguridad.

2. **Protección en esqueleto**: esta protección consiste en tablas verticales, como en el anterior sistema, largueros horizontales que van de tabla a tabla y que se sostienen en su posición por travesaños con cuñas, si es que no se dispone de puntales extensibles, roscados y metálicos.

Esta forma de protección se usa en los suelos inseguros que al parecer solo necesitan un ligero sostén, pero que pueden mostrar una cierta tendencia a sufrir socavaciones de improviso. Cuando se advierta el peligro, pueden colocarse rápidamente una tabla detrás de los largueros y poner transversales si es necesario. El tamaño de las piezas de madera, espaciamiento y modo de colocación, deberán ser idénticos a los de una protección vertical completa, a fin de poder establecer ésta si fuera necesario.

3. **Protección en caja:** la protección en caja está formada por tablas horizontales sostenidas contra las paredes de la zanja por piezas verticales, sujetas a su vez por puntales. Este tipo de protección se usa en el caso de materiales que no sean suficientemente coherentes para permitir el uso de tablones. La protección en caja se va colocando a medida que avanzan las excavaciones. La longitud no protegida en cualquier momento no debe ser mayor que la anchura de tres o cuatro tablas.
4. **Protección vertical:** esta protección es el método más completo y seguro de revestimiento con madera. Consiste en un sistema de largueros y puntales transversales dispuestos de tal modo que sostenga una pared sólida y continua de planchas o tablas verticales. Este revestimiento puede hacerse casi completamente impermeable al agua, usando tablas machihembradas, tablestacas, láminas de acero, etc. La ranura de protección debe llevar un puntal transversal en el extremo de cada larguero y otro en el centro.

Si los extremos de los largueros están sujetos por el mismo puntal transversal, cualquier accidente que desplace un larguero se transmitirá al

inmediato y puede causar un desplazamiento continuo a lo largo de la zanja, mientras que un movimiento de un larguero sujeto independientemente de los demás, no tendrá ningún efecto sobre éstos.

- **Medidas y pago.**

El entibamiento de zanjas, se medirá en m² y con aproximación de un decimal.

8.3 Colocación en zanja de la tubería PVC

- **Definición:**

Se entiende por colocación de tubería PVC para alcantarillado, el conjunto de operaciones que debe ejecutar el constructor para poner en forma definitiva, según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero constructor, la tubería de PVC.

- **Especificaciones.**

1. Mantener el cuidado adecuado en el transporte de piezas.
2. Evitar el fisuramiento por sobrepeso.

- **Procedimiento de colocación.**

Las tuberías serán instaladas de acuerdo a los trazados y pendientes indicados en los planos. Cualquier cambio deberá ser aprobado por el ingeniero supervisor. La pendiente se dejará marcada en estacas laterales, 1.00 m fuera de zanjas o con el sistema de dos estacas una a cada lado de la zanja, unidas por una pieza de madera suficientemente rígida y clavada horizontalmente al eje de la zanja. En esta pieza horizontal, se clavará otra pieza de madera en el travesaño horizontal y en sentido vertical, haciendo coincidir un paramento

lateral de esta pieza con el eje de la zanja, a fin de poder comprobar la pendiente de la rasante y niveles de las estructuras.

1. La colocación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor de 5 milímetros en la alineación o nivel del proyecto cuando se trate de tubería de hasta 600 mm de diámetro, o dentro de 10 milímetros cuando se trate de diámetros mayores. Cada pieza deberá tener un apoyo completo y firme en toda su longitud, para lo cual se colocará de modo que el cuadrante inferior de su circunferencia descansa en toda la superficie sobre la plantilla o sobre la zanja. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madera y soportes de cualquier otra índole.
2. La colocación de tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba, de tal manera que la campana o la caja de la espiga quede situada hacia la parte más alta del tubo.
3. Los tubos serán cuidadosamente revisados antes de colocarlos en la zanja, rechazándose los deteriorados por cualquier causa.
4. Entre dos bocas de visita consecutivas la tubería deberá quedar en alineamiento recto a menos que el tubo sea visible por dentro o que vaya superficialmente, como sucede a veces con los colectores marginales.
5. Se determinarán cuidadosamente y con anterioridad todos los empotramientos posibles en el tramo (actuales y futuros) de manera que al colocar la tubería se deje frente a cada uno, un tubo con un ramal en T o Y.

- **Adecuación del fondo de la zanja**

El arreglo del fondo de la zanja se hará a mano, de tal manera que el tubo quede apoyado en forma adecuada para resistir las cargas exteriores, considerando la clase de suelo de la zanja, debiendo adoptarse uno de los tipos de colocación que se especifique en el proyecto.

1. A medida que los tubos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno a cada lado del centro de los tubos para mantenerlos en el sitio, este relleno no deberá efectuarse sino después de tener por lo menos cinco tubos empalmados y revocados en la zanja.
2. Se realizará el relleno total de las zanjas después de haber realizado las comprobaciones de nivel y alineación, y las pruebas hidrostáticas; éstas últimas se realizarán por tramos completos entre pozos.

- **Medición y pago.**

La instalación de tubería de PVC para alcantarillado se medirá en metros lineales, con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la obra la longitud de las tuberías instaladas según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero supervisor, no considerándose para fines de pago las longitudes de tubo que penetren en el tubo siguiente.

- **Concepto de trabajo.**

La colocación en zanja de la tubería de PVC, se liquidará de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

1. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 160 mm.
2. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 200 mm
3. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 250 mm
4. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 300 mm
5. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 350 mm
6. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 400 mm
7. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 450 mm
8. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 500 mm
9. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 550 mm
10. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 600 mm
11. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 650 mm
12. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 700 mm
13. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 750 mm
14. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 800 mm
15. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 850 mm
16. Suministro y colocación de tubería de PVC de D = 900 mm

8.4 Construcción de pozos de revisión.

- **Definición**

Se entenderá por pozos de revisión las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías de alcantarillado, especialmente para limpieza.

- **Especificaciones**

Los pozos de revisión serán construidos en los lugares que señale el proyecto y/o indique el ingeniero supervisor durante el transcurso de la instalación de las tuberías.

No se permitirán que existan más de ciento sesenta metros instalados de tubería de alcantarillado sin que oportunamente se construya los respectivos pozos.

1. Los pozos de revisión se construirán según los planos del proyecto, tanto los del diseño común como los del diseño especial.
2. La construcción de la cimentación de los pozos de revisión deberá hacerse previamente a la colocación de las tuberías para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos de las tuberías y que éstos sufran desalojamientos.
3. Todos los pozos de revisión deberán ser construidos sobre una fundación adecuada a la carga que ella produce y de acuerdo también a la calidad del terreno soportante. Se usará para la construcción los planos de detalle existentes. Cuando la subrasante está formada por material poco resistente será necesario renovarla y reemplazarla con piedra picada, cascajo o con hormigón de un espesor suficiente para construir una fundación adecuada en cada pozo.
4. La planta, zócalo, paredes y cono de los pozos de revisión serán construidos de hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$ o armado, de conformidad a los diseños especiales. En la planta o base de los pozos se realizarán los canales de " media caña " correspondientes, debiendo pulirse y acabarse

perfectamente y de conformidad con los planos. Los canales se realizarán por alguno 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 colocará tuberías cortadas a " media caña " al fundir el hormigón o al colocar la piedra, para lo cual se continuará dentro del pozo los conductos del alcantarillado, colocando después el hormigón de la base o la piedra hasta la mitad de la altura de los conductos del alcantarillado dentro del pozo, cortándose a cincel la mitad superior de los conductos después de que endurezca suficientemente el hormigón o la mampostería de piedra de la base; a juicio del ingeniero supervisor.

5. Las paredes laterales interiores del pozo serán enlucidas con mortero de cemento –arena en la proporción 1:3 en volumen y un espesor de 1 cm terminado tipo liso pulido fino; la altura del enlucido mínimo será de 0.8m medidos a partir de la base del pozo, según los planos de detalle.
6. Para el acceso por el pozo se dispondrá de estribos o peldaños formados con varillas de hierro de 15 mm (5/8 ") de diámetro, con recorte de aleta en las extremidades para empotrarse en una longitud de 0.2 m y colocados a 35 cm de espaciamiento; los peldaños irán debidamente empotrados y asegurados formando una saliente de 15 cm por 30 cm de ancho, deberán ir pintados con dos manos de pintura anticorrosiva.
7. Los saltos de desvío serán construidos cuando la diferencia de altura entre las acometidas laterales y el colector pase de 0.9 m con el fin de evitar la erosión; se sujetarán a los planos de detalle del proyecto. Los cercos y tapas para los pozos de revisión pueden ser de hierro fundido; su localización y tipo a emplear se indican en los planos respectivos. Los

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

- **Medición y pago**

La construcción de pozos de revisión será medida en unidades, determinadas en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del ingeniero supervisor de conformidad a los diferentes tipos y diversas profundidades.

Los saltos de desvío se medirán en metros lineales, con un decimal de aproximación, determinándose en obra el número construido de acuerdo al proyecto y órdenes del ingeniero supervisor, de conformidad al diámetro de la tubería. Los cercos y tapas de pozos de revisión serán medidos en unidades, determinándose su número en obra y de acuerdo con el proyecto o las órdenes del ingeniero supervisor. La construcción de los pozos de revisión y saltos de desvío será estimada de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo.

1. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 0 y 1,26 m.
2. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 1,26 a 1,75 m.
3. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 1,76 a 2,25 m.
4. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 2,26 a 2,75 m.
5. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 2,76 a 3,25 m.
6. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 3,26 a 3,75 m.
7. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 3,76 a 4,25 m.
8. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 4,26 a 4,75 m.
9. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 4,76 a 5,25 m.

10. Pozos de revisión de hormigón simple, profundidad entre 5,26 a 5,75 m.

8.5 Construcción de conexiones domiciliarias

• Definición

Se entiende por construcción de conexiones domiciliarias, al conjunto de acciones que debe ejecutar para poner en obra la tubería que une el ramal de la calle y las acometidas o salidas de los servicios domiciliarios en la línea de fábrica.

• Especificaciones

Las cajas de las conexiones domiciliarias se colocarán frente a toda casa o parcela donde pueda existir una construcción futura. Los ramales de tubería se llevarán hasta la acera y su eje será perpendicular al de la red terciaria. Cuando las edificaciones ya estuvieren hechas, el empotramiento se ubicará lo más próximo el desagüe existente o proyectado de la edificación.

1. Cuando por razones topográficas sea imposible garantizar una salida propia al alcantarillado de la calle para una o más casas se permitirá que por un mismo ramal estas casas se conecten a la red de la calle, en este caso, el diámetro mínimo será de 200 mm.
2. El constructor deberá efectuar el empalme de las cañerías particulares existentes con los ramales domiciliarios.
3. La conexión domiciliaría es el ramal de tubería que va desde la caja domiciliaría hasta las respectivas líneas de fábrica.
4. La pendiente de la conexión domiciliaría no será menor del 2% ni mayor del 20% y deberá la profundidad necesaria para que la parte superior del tubo

de conexión domiciliaria pase por debajo de cualquier tubería de agua potable con una separación mínima de 0.2 m.

5. La profundidad mínima de la conexión domiciliaría en la línea de fabrica será de 0,8 m medido desde la parte superior del tubo y la rasante de la acera o suelo y la máxima será de 2,0 m.

- **Medición y pago**

La construcción de conexiones domiciliarías al alcantarillado se medirá en unidades. Al efecto se determinará en la obra el número de conexiones construidas por el constructor.

8.6 Relleno y compactación de zanjas

- **Definición**

Por relleno se entiende el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar tuberías o estructuras auxiliares, hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles determinados según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero supervisor. Se incluyen además terraplenes que deben realizarse.

- **Especificaciones**

- **Relleno**

Al igual que todas las tuberías plásticas para alcantarillado, tanto zanjas como el relleno deben estar de acuerdo con la Norma ASTM D 2321. Las condiciones impuestas por las normas para las tuberías de PVC enterradas van

encaminadas a evitar al máximo la posible deformación del tubo en las zonas laterales, y se basan en exigir rellenos bien compactados en estos espacios intercostales. En algunas de las instalaciones, la compactación exigida resulta difícil de conseguir, pues el espacio que queda entre el tubo y la zanja es reducido, casos en los cuales se puede cubrir el tubo hasta su corona, con material propio de la zanja (calificado y seleccionado). El resto de la zanja puede rellenarse con los productos de la excavación sin selección.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación del ingeniero supervisor, pues 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 supervisor debe comprobar pendiente y alineación del tramo.

1. El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del ingeniero supervisor. El constructor será responsable por cualquier desplazamiento de la tubería y otras estructuras, así como de los daños o inestabilidades de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.
2. Los tubos y estructuras fundidas en sitio no serán cubiertos 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 dejarán parcialmente rellena por un largo período.

3. La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería y estructuras y el talud de la zanja deberá rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm 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 apisonamiento hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutada de manera cuidadosa y con un pisón de mano, de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.
4. Se debe tener cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm sobre la misma o cualquier otra estructura.
5. Los rellenos que se haga 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, durante el período comprendido entre la terminación del relleno de la zanja y la reposición del pavimento correspondiente.
6. Cuando se utilicen tablestacados cerrados de madera colocados a los costados de la tubería antes de hacer el relleno de la zanja se los cortará y dejará en su lugar hasta una altura de 40 cm sobre el tope de la tubería a no ser que se utilice material granular para realizar el relleno de la zanja. En este caso, la remoción de tablestacado deberá hacerse por etapas, asegurándose que todo el espacio que ocupa el tablestacado sea rellenado

completa y perfectamente con un material granular adecuado de modo que no queden espacios vacíos.

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

- **Compactación**

17. El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la zanja; así, en calles importantes o en aquellas que van a ser pavimentadas se requiere un alto grado de compactación. En zonas donde no existan calles ni posibilidades de expansión de la población no se requerirá un alto grado de compactación.
18. Cuando por naturaleza del trabajo o del material, no se requieran un grado de compactación especial, el relleno se realizará en capas sucesivas en capas no mayores a 20 cm. La última capa debe colmarse y dejar sobre ella un montículo de 15 cm sobre el nivel natural del terreno o del nivel que determine el proyecto o el ingeniero supervisor. Los métodos de compactación difieren según el tipo de material.
19. Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usará compactadores neumáticos; si el ancho de la zanja permite, se puede 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 extendiéndolo en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

20. 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.

21. Una vez que la zanja haya sido rellenada 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 supervisor podrá ordenar la paralización de todo 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**

1. En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material y previo al visto bueno del ingeniero supervisor se procederá a realizar el relleno.

2. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico seco menor de 1.600 kg/cm³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

3. No debe contener material orgánico.

4. En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a la mas igual que 5 cm.

- **Medición y pago**

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el constructor le será medido para fines de pago en m³, con una aproximación de un decimal. 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 computado para fines de pago al constructor.

8.7 Suministro de cercos y tapas para pozos de revisión de alcantarillado.

- **Definición**

Se entenderá por suministro de cercos y tapas para pozos de revisión a las piezas especiales de hierro fundido que deberá suministrar el constructor para ser colocadas en la parte superior de los pozos de revisión y que sirven a la vez para varios propósitos como son: protección del pozo de revisión contra daños causados por la entrada de materiales perjudiciales, acceso al pozo con fines de revisión y limpieza, formar parte del acabado de las calzadas, etc.

- **Especificaciones**

1. Para cercos y tapas de pozos de revisión se seguirán las siguientes indicaciones:

- | | | |
|----|------------------------------|--------|
| a. | Diámetro exterior del cerco: | 0.73 m |
| b. | Diámetro interior del cerco: | 0.51 m |

c.	Altura total del cerco:	0.13 m
d.	Diámetro de tapa en la parte superior:	0.56 m
e.	Grueso mínimo de la tapa (con nervios radiales)	0.03 m
f.	Grueso mínimo del cerco:	0.015m
g.	Peso de la tapa:	50 a 52 kg
h.	Peso del cerco:	50 a 52 kg

2. La sujeción de la tapa será mediante cadena de hierro galvanizado de diámetro ¼" y de 0.50 m de largo, soldada en el extremo con la tapa y en el otro con un gancho pata de cabra, que servirá para empotrar en la mampostería del pozo.
3. Las medidas de todas las piezas se ceñirán lo más posible a los diseños que se adjuntan.
4. La fundición será de hierro gris 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 de 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.- En general, la fundición corresponderá a la norma DIN – 1691, CG 14, y deberá ser aprobadas por el ASSA y/o el Ingeniero Supervisor.

- **Medición y pago**

1. El suministro de cercos y tapas para pozos de revisión se determinarán para fines de pago directamente en la obra en unidades.

8.8 Hormigones

- **Definición**

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla adecuada de cemento Pórtland tipo I según la Especificación ASTM-C 150, con agregado fino y grueso, agua y aditivos aprobados por la Fiscalización.

- **Tipos de hormigones**

Hormigón ciclópeo.

1. Es el hormigón simple, al que se añade hasta 40% de volumen de piedra, de preferencia angular de tamaño variable entre 10 y 25 centímetros de diámetro. El hormigón ciclópeo tiene una resistencia a los 28 días de 149 kg/cm². Para construir se coloca primeramente una capa de hormigón simple de 15 cm de espesor, sobre la cual se coloca a mano una capa de piedra, sobre ésta otra capa de hormigón simple de 15 cm y así sucesivamente. Se tendrá cuidado para que las piedras no estén en ningún momento a distancias menores de 5 cm entre ellas y los bordes de las estructuras.

Hormigón Simple

Es el hormigón en el que se utiliza ripio de hasta 5 cm de diámetro y desde luego todos los componentes de hormigón.

2. La dosificación del hormigón varía de acuerdo a las necesidades:
 - a. Hormigón Simple de 140 kg/cm² de resistencia a los 28 días es utilizado regularmente en construcción de muros de hormigón de mayor espesor, pavimentos, cimientos de edificios, pisos y anclajes de tubería.

- b. Hormigón Simple de 210 kg/cm² de resistencia a los 28 días es utilizado regularmente en construcción de muros no voluminosos y obras de hormigón armado en general.

Hormigón armado

Es el hormigón simple al que se le añade hierro de refuerzo de acuerdo a requerimientos propios de cada estructura.

Fabricación del Hormigón

1. Generalidades: El constructor deberá disponer de un equipo principal de dosificación de mezclado, en óptimas condiciones de funcionamiento, de tal manera de alcanzar un esfuerzo mínimo de rotura a los 28 días de $f'c = 210$ kg/cm².
2. Agregados: Para los diferentes tamaños, se podrá utilizar un dispositivo de pesaje individual o acumulativo. En los compartimientos, los agregados deberán tener un contenido uniforme de humedad. No se permitirá uso de agregado fino, cuyo contenido de humedad sea mayor al 18 %.
3. Cemento: La dosificación del cemento se hará al peso, automática y separadamente de los otros ingredientes. No se permitirá el pesaje acumulativo con los agregados. Un sistema de vibración deberá asegurar la descarga completa del cemento de la revolvedora.
4. Agua: Se la dosificará al peso o al volumen. Una instrumentación adecuada deberá permitir su medición, según los requerimientos en cada mezcla.
5. Aditivos: El equipo de dosificación deberá corresponder a las recomendaciones de los fabricantes de aditivos. Poseerá un sistema de

medida de dosificación que permitirá variar la cantidad de descarga, según convenga.

6. El hormigón consistirá de cemento, agregados clasificados y agua debidamente mezclada. El hormigón de cada mezcla deberá satisfacer el requisito de resistencia de 28 días.
7. A menos que fuere necesario y una vez aprobado por el fiscalizador, se utilizará cemento distinto al ordinario tipo Y.
8. Las proporciones precisas serán decididas por los resultados de las mezclas de prueba hechas con cemento, agregados y agua a ser utilizados en las obras. Los contenidos de cemento serán los mínimos permitidos.

- **Dosificación**

Generalidades: La dosificación podrá ser cambiada cuando fuere conveniente, para mantener la calidad y resistencia de hormigón requerido en las distintas estructuras o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentren durante la construcción.

- **Especificaciones**

1. Proporción de las mezclas y ensayos. La resistencia requerida de los hormigones se ensayará en muestras cilíndricas de 13.5 cm (6") de diámetro por 30.5 cm (12") de alto, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM – C 172, C 192, C 39.
2. Los resultados de los ensayos a compresión, a los 7 y 28 días, deberán ser iguales a las resistencias especificadas; y no más del 10% de los resultados de por lo menos 20 ensayos (4 cilindros por cada ensayo; 1 se ensayará a

los 7 días y los 3 restantes a los 28 días), deberán tener valores inferiores al promedio.

3. Las mezclas frescas de hormigón deberán ser uniformes, homogéneas y estables, no expuestas a segregación y que garanticen la estabilidad y durabilidad de las estructuras. Su uniformidad puede ser controlada según la especificación ASTM C-39. Su consistencia será definida por el fiscalizador y será controlada en campo por el método Factor de Compactación de ACI, o por los ensayos de asentamiento, según norma ASTM C-143.
4. Todos los ensayos que permitan ejercer el control de calidad de las mezclas de hormigón, deberán ser efectuados por el fiscalizador, inmediatamente después de la descarga de las revolvedoras. El envío de los cuatro cilindros para cada ensayo se hará en caja de madera.
5. Relación agua/cemento: Será determinada por las mezclas de prueba; en ningún caso la relación agua/cemento usada en las obras, excederá en un 10% de la determinada en las pruebas.
6. Los mecanismos de pesado y dispersión de agua deberán ser mantenidos en buen funcionamiento. Su exactitud deberá ser verificada. Las mezcladoras que han estado fuera de uso por más de 30 minutos, deberán ser completamente limpiadas antes de que cualquier hormigón sea mezclado.
7. El hormigón preparado fuera del emplazamiento deberá cumplir con todos los requerimientos de hormigón mezclado en el emplazamiento. El hormigón cargado en camiones mezcladores deberá estar compactado y en

su posición final dentro de las dos horas posteriores a la mezcla del cemento con los agregados.

8. Cuando se use hormigón mezclado en camión, el agua será añadida bajo supervisión ya sea en el emplazamiento, o en la planta central del mezclado, pero bajo ninguna circunstancia se deberá añadir durante el transporte.

- **Tratamientos previos a la colocación del hormigón**

1. Generalidades: Para la colocación del hormigón, el constructor solicitará la autorización del fiscalizador por lo menos con 24 horas de anticipación. No se ejecutará ningún vaciado, sin previa inspección y aprobación del fiscalizador, de los encofrados y los elementos embebidos según los planos y estas especificaciones, así como el método a usarse para la colocación.
2. Se evitará el vaciado de hormigones sobre superficies inundadas, a menos que se disponga de equipos adecuados y de la autorización por escrito del fiscalizador. No se permitirá el vaciado sobre agua corriente y tampoco la acción de esta, mientras el endurecimiento del hormigón no garantice su comportamiento eficiente.
3. Superficie de fundación: Antes de colocar un hormigón sobre la superficie de fundación, ésta deberá estar exenta de agua estancada, lodos, aceite o residuos de cualquier material y cubierta de una capa de replantillo de hormigón simple clase C ($f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$) de por lo menos 7.5 cm de espesor.
4. Superficie de construcción: Toda superficie sobre la cual se va a colocar hormigón o mortero fresco, incluyendo aquellas de hormigón ya endurecido

(juntas de construcción), deberá ser rugosa, previamente limpiada, humedecida y exenta de todo material suelto indeseable. Si la superficie de contacto con el hormigón presentase alguna zona defectuosa o contaminada, ésta deberá ser completamente removida.

5. Para el proceso de limpieza se podrá utilizar cualquier método conocido por el fiscalizador, como por ejemplo entre otros: picado, chorro de agua y aire a alta presión, chorros de arena húmeda a alta presión, etc. Inmediatamente antes de la colocación de hormigón, la zona de contacto será preparada cuidadosamente; se la deberá lavar, cubrir de una pasta de cemento y por el último con una capa de mortero de aproximadamente 1cm de espesor, cuyas características serán iguales a las del hormigón a colocar excluido el agregado grueso.

- **Colocación del hormigón**

No se colocará el hormigón mientras los encofrados de obra no hayan sido revisados y, de ser necesario, corregidos y mientras todo el acero de refuerzo no este completo, limpio y debidamente colocado en su sitio.

- **Temperatura del hormigón**

Durante la colocación, la temperatura del hormigón no deberá ser mayor a 21°C ni menor a 5°C.

- **Colocación (vaciado):**

Para la ejecución y control de los trabajos, se podrá utilizar las recomendaciones del ACI – 59 o las especificaciones del ASTM. El contratista

deberá notificar al fiscalizador el momento en que se realizará el vaciado del hormigón fresco, de acuerdo con el plan y equipos ya aprobados. Todo el proceso de vaciado, a menos que se justifique para algún caso específico, se realizará bajo la presencia del fiscalizador.

En caso de interrupción en el proceso de vaciado continuo, el contratista procurará que ésta se produzca fuera de la zona crítica de la estructura o en su defecto procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente diseñada o ejecutada, según los requerimientos del caso. Para la colocación de una misma clase de hormigón, se usarán los métodos y equipos más convenientes. El hormigón será compactado al máximo practicable de densidad, libre de acumulaciones de agregado grueso o aire entrampado y óptimamente acomodado a las formas del encofrado y de los elementos embebidos. El equipo de compactación, su operación y utilización estarán sujetos a la aprobación del fiscalizador. Los vibradores pueden ser de tipo eléctrico o neumático, electromagnético o mecánico, reinmersión o de superficie, etc. Vibradores de inmersión: Su cabeza vibratoria será de 10 cm o más, su frecuencia de operación mínima será de 6000 rpm; si es menor de 10 cm, su frecuencia no será menor de 7000 rpm.

El hormigón será transportado y colocado de modo que no ocurra contaminación, segregación o pérdida de los materiales constituyentes.

No se colocará hormigón fresco sobre otro que haya estado en posición por más de 30 minutos, a menos que se forme una junta de construcción.

El hormigón será depositado en capas horizontales de espesor uniforme, compactado cada capa antes de colocar la otra.

El hormigón no será vaciado desde una altura que exceda los 1,50 m, en caso de alturas mayores, se deberán utilizar pasarelas o toboganes y deberán colocarse de tal forma que se evite la segregación de los materiales o usar plastificantes en el proceso de elaboración del hormigón, para alturas mayores.

El hormigón bajo el agua será colocado en posición mediante tolva y tubería o una bomba, desde el mezclador. Durante y después del vaciado bajo el agua, ésta deberá estar tranquila en el lugar de operación. No se permitirá que el agua fluya sobre el hormigón hasta por lo menos 48 horas después del vaciado.

Inmediatamente después de terminada la compactación y durante los 7 días siguientes, el hormigón deberá ser protegido contra efectos dañinos, incluyendo lluvia, cambios rápidos de temperatura, resecado y radiación directa de la luz solar. Los métodos de protección usados deberán ser apropiados.

- **Curado del hormigón**

Generalidades: El contratista deberá contar con los medios necesarios para efectuar control de humedad, temperatura, curado, etc., del hormigón, especialmente durante los primeros días después del vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

- **Especificaciones**

1. El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del comité 612 del ACI. De manera general podrá utilizarse los siguientes métodos: Esparcir agua sobre la superficie endurecida, utilizar mantas

impermeables de papel o plástico que reúnan las condiciones de las especificaciones ASTM C – 161, emplear compuestos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM C – 309, recubrir las superficies con capas de arena que se mantengan humedecidas.

2. Curado con agua. Los hormigones curados con agua deberán ser mantenidos húmedos durante el tiempo mínimo de 14 días. El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido para prevenir cualquier daño que pudiera ocasionar el humedecimiento de la superficie y continuamente hasta completar el tiempo especificado de curado o hasta que sea cubierto de hormigón fresco.
3. El hormigón se mantendrá húmedo, recubriéndolo con un material saturado en agua o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga húmeda la superficie continuamente. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos.
4. La protección para superficies terminadas, permanentemente expuestas a la vista, o superficies de pavimento de hormigón, no deberá ser aplicada directamente a la superficie hasta que el hormigón se haya endurecido lo suficiente para resistir las marcas. El contratista deberá proveer todos los soportes necesarios para mantener libre la superficie de hormigón donde requiera de la protección establecida.

- **Acabado del hormigón**

Especificaciones

1. Para superficies permanentemente expuestas a la vista, las formaletas serán cubiertas con planchas gruesas, con bordes cuadrados dispuestos en un patrón uniforme. Alternativamente, madera contrachapada o paneles de metal podrán ser utilizados si están libres de defectos que puedan restar la apariencia general de la superficie terminada. Las juntas entre tablas y paneles serán horizontales y verticales, a menos que fuere indicado de otra manera. Este acabado deberá ser de tal forma, que no requiera relleno general de poros en la superficie ni protuberancias. Decoloración de la superficie y otros defectos menores serán corregidos por métodos aprobados.
2. Todas las aristas expuestas serán chaflanadas y deberán ser de 25 mm x 25 mm, a menos que se muestre de otra manera en los planos.
3. Si cualquier porción de las caras se considera insatisfactoria al remover el encofrado, deberá ser eliminada sin dilatación y corregida como fuere necesario. Ningún empañetado en las superficies de hormigón será permitido. Hoyos de clavos, huecos pequeños y porosidades menores de la superficie, podrán ser rellenos mediante pulimento con cemento y mortero de arena de las mismas propiedades del hormigón. El tratamiento será hecho inmediatamente después de la remoción del encofrado.

• Prueba de hormigón y control de calidad

Especificaciones

1. Laboratorios: Todos los ensayos que el fiscalizador juzgare necesarios para efectuar control de los trabajos con hormigones, serán realizados por la fiscalización en los laboratorios aprobados por la fiscalización y correrán a cargo del contratista. Las disposiciones para dicho control serán las especificaciones de la ASTM, partes 9 y 10, los estándares ACI, capítulos I, II, III.
2. Los resultados de laboratorio deberán ser considerados como definitivos y constituirá evidencia suficiente para aprobar o rechazar material o procedimiento de trabajo.
3. El fiscalizador decidirá, según convenga, la frecuencia de los ensayos y proporcionará al contratista una copia de todos los resultados obtenidos.
4. Los cilindros de prueba serán hechos, curados y probados de acuerdo con las normas ASTM C – 31, C – 39, C – 172.
5. De cada ensayo del diseño del hormigón se realizará 12 cilindros de prueba y se establecerá su resistencia, probado 4 cilindros de edad de 3 días, 4 cilindros de 7 días y 4 cilindros de 28 días de edad.
6. De igual manera, en cada fundición de hormigón colocado se probará como mínimo 4 cilindros, uno de los cuales se probará a 7 días y 3 a los 28 días. El fiscalizador podrá ordenar la toma de un mayor número de cilindros, según se requiera.
7. Si los resultados de las pruebas indican que los requerimientos especificados no han sido o no pueden ser cumplidos, se podrá ordenar la interrupción de todo el hormigonado en las obras permanentes hasta tener

la certeza de que la acción correcta ha sido tomada para conseguir el cumplimiento de las especificaciones.

8. El contratista establecerá y mantendrá un control estricto del trabajo con hormigón en el emplazamiento, de manera que las resistencias mínimas especificadas siempre se obtenga.

- **Reparación del hormigón**

1. Toda reparación del hormigón será realizada por gente experimentada, bajo la aprobación y presencia del fiscalizador y en el lapso de 24 horas, después de haber retirado el encofrado. Las imperfecciones serán reparadas de tal manera que se produzca la uniformidad, textura y coloración del resto de la superficie, para estar de acuerdo con las especificaciones sobre acabados.
2. Según los casos, para las reparaciones se podrá utilizar pasta de cemento, mortero, hormigón que incluya aditivos tales como ligantes, acelerantes, expansores, colorantes, cemento blanco, etc. Cuando la calidad del hormigón fuere defectuoso, todo el volumen comprometido deberá ser reemplazado a satisfacción del fiscalizador.

- **Medición y pago**

El hormigón será medido en metros cúbicos con un decimal de aproximación, determinándose directamente en obra las cantidades correspondientes.

8.9 Encofrado

- **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 moldearlo a la forma prevista.

- **Especificaciones**

1. Generalidades: Se utilizará encofrados cuando sea necesario confinar al hormigón y proporcionarle la forma y dimensiones indicadas en los planos, deberá tener suficiente rigidez para mantener su posición y resistir las presiones resultantes del vaciado y vibrado del hormigón. Será sellado para evitar la pérdida del mortero. Las superficies que estén en contacto con el hormigón, deberán encontrarse completamente limpias, libres de toda sustancia que no fuere especificada.
2. Superficies expuestas: Estarán exentas de bordes agudos y defectos e imperfecciones. Los ángulos interiores de aquellas superficies y lados como en juntas por ejemplo, no requerirán los bordes chaflanados a menos que se indique en los planos.
3. Materiales acabados: Como material de encofrado se podrá utilizar madera contrachapada, media duela machihembrada cepillada y lámina o plancha metálica con sistema de sujeción que luego proporcione superficies lisas sin deterioro químico o decoloración.
4. Sujeción de encofrados: Los tirantes de sujeción embebidos se dispondrán de tal manera que, al moverse los encofrados, se evite el despostillamiento

de las caras del hormigón. Si estos se produjeran se deberá rellenarlos y separarlos inmediatamente.

5. El sistema de sujeción y apoyo de cimentación de los encofrados deberá evitar su asentamiento o deformación superior a lo especificado, así como su desplazamiento de las líneas definidas en los planos.
6. Remoción de los encofrados: Para facilitar la operación de curado y permitir la más pronta reparación de las imperfecciones de las superficies de hormigón, el fiscalizador autorizará la cuidadosa remoción de los encofrados tan pronto como el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para soportar el estado de carga inicial y prevenir su desprendimiento; cualquier reparación o tratamiento que se requiera en esta superficie se hará inmediatamente; se efectuará el tipo de curado apropiado.
7. El contratista será responsable por el diseño de todo el encofrado. Los encofrados deberán incluir todas las formaletas permanentes o temporales, requeridas para que el hormigón pueda ser vaciado, compactado y que mientras permanezca soportado por las formaletas, se conforme con exactitud a la forma, posición y nivel requerido, a las terminaciones especificadas.
8. Deberán tomarse las precauciones necesarias para mantener la estabilidad de los encofrados y el ajuste de las juntas durante las operaciones de vibración.
9. Basuras, desperdicios y agua deberán ser removidos del interior de las formaletas, antes de que el hormigón sea vaciado, a través de las aberturas temporales provistas en los encofrados. Las superficies interiores de las

formaletas deberán ser cubiertas con un material aprobado para prevenir adhesión al hormigón; este material no deberá entrar en contacto con los refuerzos.

10. La preparación de los encofrados deberá ser aprobada antes de que el hormigón sea vaciado. Las formaletas serán removidas sin choque, vibración y otros daños al hormigón. Encofrados de paredes y en general encofrados laterales, se deberán sacar después de 7 días como mínimo y después de haber probado la primera serie de cilindros. Encofrados que soportan el peso del hormigón no se deberán desencofrar antes de 28 días y de haber chequeado la segunda serie de cilindros de prueba.

- **Medición y pago**

1. Los encofrados se medirán en metros cuadrados con aproximación a un decimal. Al efecto se medirán directamente en su estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estuvieran en contacto con los encofrados empleados.
2. No se medirán para fines de pago de las superficies de encofrados empleados para confinar hormigón que debió haber sido vaciado directamente contra la excavación o requirió el uso de encofrado.
3. La obra de madera requerida para sustentar los encofrados para la construcción de las losas de hormigón, se determinará en función del volumen de hormigón de la losa y será la que resulte de multiplicar dicho volumen por el precio unitario señalado en el contrato para los conceptos de trabajo correspondiente y tomado como altura a pagar, la altura media de la obra en metros.

8.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

8.10.1 Introducción

En este ítem constan las especificaciones técnicas particulares para el Proyecto de Alcantarillado Combinado de la población El Tambo, Tercera Etapa, sector provincia de Pichincha, cantón Mejía. En virtud de la naturaleza del proyecto y de sus particularidades respecto de cada unidad integrante del sistema.

8.10.2 Alcance

Las presentes especificaciones, al igual que las especificaciones generales, contemplan tanto técnicas de construcción como la calidad y requerimientos de los materiales a usar y deberán ser cumplidas estrictamente por el constructor a la vez que debe efectuarse un prolijo control del cumplimiento por parte del fiscalizador.

8.10.3 RUBRO: LIMPIEZA Y DESBROCE.

Este rubro evitará que el material orgánico presente en el suelo a limpiar se mezcle con la estructura a construir provoque problemas futuros en la función de la estructura.

Unidad de medida: metro cuadrado.

Forma de pago: metro cuadrado.

8.10.4 RUBRO: EXCAVACIÓN MANUAL

Este rubro es la excavación con herramienta manual para la construcción del tanque séptico, entradas y salidas del mismo, redes y

conexiones domiciliarias. Estas excavaciones deberán realizarse de acuerdo con las dimensiones indicadas en cada rubro a construir o instalar, a las especificaciones generales y a las dimensiones que constan en los planos.

El contratista deberá modificar con anticipación el inicio de una excavación a fin de que se pueda tomar datos del terreno original para determinar la cantidad de obra realizada. La medición final para la determinación del volumen excavado puede realizarse por medio del método o fórmula de la sección media.

Unidad de medida: metro cúbico.

Forma de pago: metro cúbico.

8.10.5 RUBRO: ENCAMADO DE ARENA.

El suelo circundante a la tubería debe proporcionar el soporte adecuado para resistir carga. La instalación dependerá de la rigidez del tubo y del suelo natural, y se hará con arena y se construirá después de que el fondo de la zanja haya sido compactado, por lo menos en un 90% de densidad Proctor Standard. La cama circundante deberá ser plana con una profundidad mínima de 10 cm y deberá proporcionar un soporte continuo y uniforme, no descargar sobre los acoplamientos.

Unidad de medida: metro cúbico.

Forma de pago: metro cúbico.

8.10.6 RUBRO: SUMIDERO DE CALZADA

Para el diseño de los sumideros, las dimensiones serán definidas según su distanciamiento, tipo de pavimento, el ancho de las fajas de aporte y la pendiente longitudinal. Los sumideros contendrán sifones y pueden ser:

a) De calzada:

Como criterio general, se recomienda un sumidero estándar de (30 x 46) cm cada 80 metros de longitud de calle o uno en cada esquina de la manzana si la longitud es menor de 80 metros. Las descargas de los sumideros se harán al pozo de revisión, con tubería plástica de 200 mm, sifón y caja prefabricada, cerco y rejilla de hierro fundido.

Unidad de pago: por unidad instalada.

Forma de pago: por unidad instalada.

8.10.7 TUBERÍA DE PVC

Estos rubros consisten en el suministro, instalación y pruebas de tubería de PVC de 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 1000 mm de diámetro y deberán cumplir con las normas INEN 1590.

Así mismo el contratista será responsable de la precisión de las cotas de la construcción. Cualquier error o discrepancia que se encuentre en los planos y otros documentos será notificado al fiscalizador para su corrección o interpretación.

Unidad de pago: metro

Forma de pago: por metro de tubería suministrada, instalada y probada.

8.10.8 RUBRO: REPLANTEO LINEAL

El contratista realizara el replanteo y nivelación de los ejes de las tuberías.

El replanteo y nivelación se realizará de acuerdo con los planos de implantación de las redes. El contratista colocará hitos de ejes, los mismos que serán mantenidos durante el proceso de construcción.

Así mismo el contratista será responsable de la precisión de las cotas de la construcción. Cualquier error o discrepancia que se encuentre en los planos y otros documentos será notificado al fiscalizador para su corrección o interpretación.

Unidad de pago: por metro lineal

Forma de pago: por metro lineal

CAPITULO IX

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

9.1 GENERALIDADES

El propietario de un sistema de alcantarillado, sea ésta una empresa privada o algún organismo gubernamental, es el responsable directo de la supervisión y buen funcionamiento del sistema, en este caso las funciones de operabilidad y manejo del sistema estará a cargo de la Dirección de Alcantarillado y Agua Potable de Mejía, Ente que debe programar los gastos que demande la operación y mantenimiento del sistema, mediante el cobro directo o indirecto del consumo de agua potable.

La durabilidad de un sistema de alcantarillado, depende única y exclusivamente del manejo operativo y de la eficiencia en la construcción, caso contrario se ve abocado a que el proyecto no cumpla con el horizonte de diseño programado, por lo tanto es necesario corregir adecuadamente el cronograma de actividades que se van a desarrollar en el proceso de construcción y funcionamiento.

Podría ser de utilidad, un manual que describa el propósito operativo de cada uno de los componentes del sistema y la secuencia requerida en las operaciones de las obras en conjunto.

Como una herramienta de control indispensable es el manejo de un juego de planos del proyecto definitivo. Estos planos deben ser los preparados en la

construcción, con sus respectivos cambios y modificaciones, de tal manera que tengamos un catastro real del alcantarillado, con pozos, cotas diámetros de tubería, material del tubo, pendientes velocidades, rasantes de vías etc.

Este manual estará presto a colaborar con la planificación general, de las autoridades que regentarán el proyecto mediante el organigrama de agua potable y alcantarillado para la Merced y san Ignacio.

9.2 PERSONAL QUE CONFORMA EL DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

- Jefe de sección
- secretaria
- técnico (fontanero)
- Auxiliar (de plomería)

9.3 FUNCIONES DE CADA MIEMBRO

JEFE DE SECCION

- a.- Debe ser un ingeniero civil con especialización en sanitaria y amplia experiencia, quien realizará las actividades de dirección y supervisión de las labores de la oficina de alcantarillado,

impartiendo disposiciones de los trabajos a realizarse y Analizará los informes presentados por el técnico.

b.- Revisará y autorizará las planillas de cobro, de acuerdo al análisis tarifario vigente a la fecha.

c.- Revisará mensualmente los cálculos por uso del sistema, en base a los costos de mercado.

d.- Autorizar las conexiones y reconexiones domiciliarias, previo al pago de los derechos correspondientes.

e.- Fiscalizar las obras que se realicen por contrato, concesión o por administración directa.

f.- Dictar reglamentos internos, para administración operación y mantenimiento del sistema.

g.- Elaboración y actualización permanente del catastro.

SECRETARIA

a.- Actualizar el Kardex en función de los usuarios, en las diferentes categorías.

b.- Realizar labores relacionadas con secretaría y archivo de la oficina de alcantarillado.

c.- Realizar cálculos mensuales en base a las tarifas establecidas y categorías correspondientes

TECNICO

a.- Operar el sistema de acuerdo a las técnicas de mantenimiento.

b.- Realizar el cuidado y aseo de la planta de tratamiento y canales de descarga de las aguas.

c.- Preparar volúmenes de materiales para realizar reparaciones necesarias del sistema.

d.- Realizar conexiones y reconexiones domiciliarias, previo el visto bueno y recibo de pago correspondiente, (el Técnico, no está autorizado a recibir ningún pago, en caso de desacatar esta orden, será sancionado con multa y despido del trabajo).

e.- Realizar el mantenimiento frecuente y correctivo del sistema, especialmente en lo que se refiere a la limpieza de los pozos de revisión y redes de alcantarillado.

AUXILIAR DE PLOMERIA

- a.- Ayudar en las tareas de mantenimiento, limpieza del sistema y planta de tratamiento.
- b.- Operatividad de los equipos y/o accesorios, en caso de emergencia.

9.4 REDES DE ALCANTARILLADO

Cuando se realiza la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, se debe tener mucho cuidado con las pendientes de la tubería, a fin de que estas den las velocidades de diseño y no se produzcan erosiones ni asolvamientos. pero sin embargo la falta de un educación sanitaria adecuada, las alcantarillas se convierten en depósitos de basura, que son las causantes de la obstrucción de los conductos, que es necesario se realice limpieza de los ductos, periódicamente. La limpieza se realiza a través de los pozos de revisión contruidos para tal efecto. Generalmente en los pozos de revisión son donde más se acumulan los lodos provenientes de la desintegración orgánica.

La frecuencia con que debe realizarse la tarea de limpieza de redes y pozos, será en lo posible una vez por mes, pudiendo incrementarse, cuando las necesidades de limpieza así lo amerite, más aún en la zona que es propensa a continuas lluvias. Además cabe recalcar que, es fundamental de que cada pozo de revisión tenga la tapa de entrada en buenas condiciones; de no ser así,

tendrá que ser repuesta inmediatamente y peor aún si no tienen tapa, lo que nos permitiría evitar el ingreso de materiales ajenos a las aguas de alcantarilla.

CAPITULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

- Con los estudios del proyecto del Alcantarillado combinado se mejorará las condiciones de vida de los moradores del Barrio San José 1, permitiendo una correcta evacuación tanto de aguas servidas, como de aguas de tipo pluvial.
- Para desarrollar el diseño del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José 1, se realizó un análisis de las características físicas, ambientales, naturales, socio – económicas que permitieron tomar decisiones adecuadas en cuanto a la elección del sistema.
- El sistema de alcantarillado diseñado es de tipo combinado, tomando en cuenta los Parámetros de Diseño de Alcantarillado de la EMAAP-Q, ya que el barrio en estudio se encuentra en los límites del Distrito Metropolitano de Quito.
- Se ha considerado 20 años como periodo de diseño adecuado para el sistema y 25 años para la planta de tratamiento.

Se utilizó para este proyecto tubería plástica de varios diámetros, por su transporte, manejabilidad, mayor rendimiento y de fácil adquisición, también porque esta tubería soporta velocidades altas de hasta 9m/seg por las fuertes pendientes existentes. El Municipio debe tomar la decisión de utilizar o cambiar el tipo de material, en la ejecución del proyecto.

- Puesto que el tratamiento a efectuarse con las aguas servidas es de tipo primario, se estableció que el tanque Imhoff reúne las condiciones técnicas y económicas más apropiadas para el sector.
- El tratamiento de tipo secundario se lo realizó con tubería perforada y zanja de infiltración luego de establecer que el tipo de suelo reúne las condiciones necesarias para ello.
- El impacto ambiental es mínimo, siendo la etapa de construcción la más perjudicial, por lo cual el constructor del proyecto tiene que tomar en cuenta las recomendaciones dadas en el capítulo respectivo.
- Según el estudio de suelos realizado podemos determinar que los suelos encontrados son mayoritariamente MH limos inorgánicos micáceos o diatomáceos de bajas plasticidades. También existe presencia de suelos tipo ML en menor cantidad, es decir limos inorgánicos arenosos y ligeramente plásticos, presentan una humedad natural promedio de 40%, es decir humedad media, y su coloración va desde café oscuro hasta café claro, amarillo claro hasta tonalidades muy oscuras, detallado en los

registros de perforación, tampoco se detectó presencia de nivel freático en todas las perforaciones realizadas a una profundidad de 4 m.

- La capacidad portante del suelo es buena está alrededor de 10.0 kg/cm² por lo que se recomienda solo realizar un mejoramiento de suelo en el lugar donde se van a construir las estructuras como tanques enterrados y pozo separador de caudales.
- El costo aproximado del proyecto es de USD \$ 351.780,21 dólares americanos.

10.2 RECOMENDACIONES

- El presente estudio y diseño del Sistema de Alcantarillado Combinado para el Barrio San José 1, constituye un instrumento de desarrollo para la comunidad, por lo tanto debería en lo posible ser aplicado en todos sus términos.
- Evitar la desactualización del estudio ya que esto tendría repercusión en el incremento del costo general del proyecto, debido a la subida de precios de mano de obra, materiales y equipos.
- El Municipio de Mejía tiene que tomar en consideración un plan de desarrollo urbano que disponga de toda la infraestructura necesaria antes de proceder a la aprobación de nuevas lotizaciones o urbanizaciones.

- El Municipio de Mejía en el momento de la ejecución del proyecto tomará la decisión de cambiar o no la tubería, por razones económicas.
- Buscar el financiamiento a través de organismos como el BID, BEDE, MIDUVI, etc. para lograr concretar la ejecución del presente estudio del sistema de alcantarillado combinado para el barrio San José 1.
- Es importante una buena metodología y técnica constructiva, de modo que se garantice la resistencia de los materiales y una correcta colocación de las tuberías y demás elementos que conforman el sistema.
- El Barrio San José 1, por intermedio de sus dirigentes tienen que solicitar al Municipio de Mejía luego que se ejecute el proyecto de alcantarillado combinado el asesoramiento para el mantenimiento respectivo del sistema mediante cursos, charlas etc.

10.3 BIBLIOGRAFÍA

- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito, Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado, Quito – Ecuador 1999.
- CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO. Manual de costos en la Construcción. 2005
- 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.
- Instituto Nacional de Meteorología, Hidrología (INAMHI). Estudio de Intensidades. Publicación N° 29 i, Quito – Ecuador.
- ARIAS, Miguel. Sistemas de Alcantarillado. Programa de Ingeniería Sanitaria. Escuela Politécnica del Ejército. Quito – Ecuador. 2003
- METCALF&EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, vertido y reutilización. Tercera Edición. Editorial Mc. Graw Hill. 2001.
- RIVAS MIJARES G, Tratamiento de Aguas Residuales, Segunda Edición. Caracas – Venezuela.

