



---

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO  
COMBINADO PARA LA CIUDADELA "EL TAMBO,  
TERCERA ETAPA."

PROVINCIA DE PICHINCHA  
CANTON MEJÍA

**AUTOR:**  
EDGAR WLADIMIR CAIZALUISA CASA

**DIRECTOR:**  
ING. MIGUEL ARAQUE.  
**CO DIRECTOR:**  
ING. MIGUEL ARIAS O.

Sangolquí, 2006

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Politécnica del Ejército por haberme acogido en ella.

A nuestra Facultad de Ingeniería Civil y a cada uno de nuestros maestros por haber forjado nuestra carrera, especialmente a los Ingenieros Miguel Arias, Miguel Araque y Edgar Carvajal por sus valiosos aportes y positivas críticas a estas páginas.

A nuestros amados padres por su apoyo incondicional.

# DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen del Cisne por guiar y darme fuerzas para seguir siempre adelante en todas las acciones que realizo y darme la luz para realizar todas mis actividades de la mejor manera.

A mi Querido Padre por ser una persona inmensamente buena y correcta, por formarme como persona., con responsabilidades y principios. En esta tesis quiero que se refleje su esfuerzo y sacrificio de tantos años para tratar siempre de darme lo mejor.

**TU ERES MI EJEMPLO HA SEGUIR.**

A mi querida Mamacita por ser buena madre y excelente mujer, gracias a su coraje y fuerzas incondicionales de apoyo para salir siempre de los problemas. Quiero que sienta que todo su esfuerzo y dedicación ha sido de mucha ayuda en mi formación como persona. Y le dedico con mucho amor esta tesis.

**TU ERES LUZ DE MI VIDA Y MI CORAZON..**

A mi querido hermano Wilson Francisco por ser como un segundo padre para mi, te agradezco por tus consejos y apoyo incondicional en todas las acciones de realizo, por preocuparte de mi formación como persona y como profesional. Por ser bueno y excelente persona te agradezco mucho.

**TU ERES MI INSPIRACIÓN.**

A mi querido hermano Guido Renato por ser una persona muy sensata y correcta, por darme esas palabras de aliento en momentos difíciles de mi vida y seguir siempre adelante. Por tener ese coraje de afrontar a la vida sin miedo de nada.

**TU ERES MI MOTIVACIÓN.**

A mi querido hermano Iván Arturo por ser una persona muy responsable y trabajadora, por todas esas ganas de ser un triunfador y emprendedor, seguir adelante sin temores. Por tu apoyo incondicional en mis acciones.

**TU ERES MI EJEMPLO DE CORAJE.**

## INDICE GENERAL

PORTADA	I
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
INDICE GENERAL	V

### CAPITULO 1

1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	OBJETIVOS Y ALCANCE	1
1.2.1	Objetivo	1
1.2.2	Alcance	1
1.3	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA	2
1.3.1	ASPECTOS FISICOS	2
1.3.1.1	Ubicación Geográfica	2
1.3.1.2	Usos del suelo	2
1.3.1.3	Vivienda	2
1.3.1.4	Vialidad y Transporte	3
1.3.1.5	Infraestructura	3
1.3.1.6	Equipamiento Urbano	4
1.3.2	ASPECTOS NATURALES	5
1.3.2.1	Aspectos geomorfológicos, litológicos y topográficos.	5
1.3.2.2	Clima	5
1.3.2.3	Hidrología	6
1.3.3	Recursos Hídricos	6
1.3.3.1	ASPECTOS AMBIENTALES	6
1.3.3.1	Niveles de ruido	6
1.3.3.2	Riesgos Naturales	6
1.3.4	ASPECTOS SOCIO – ECONÓMICOS	7
1.3.4.1	Población	7
1.3.4.2	Edad	7
1.3.4.2	Nivel de Escolaridad	7
1.3.4.3	Población Económicamente Activa	8
1.3.4.4	Actitud frente al proyecto	9

### CAPITULO 2

INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO	10	
2.1	OBJETIVOS Y ALCANCE	10
2.1.1	Objetivo	10
2.1.2	Alcance	10
2.2	ANÁLISIS TOPOGRÁFICO	10
2.2.1	Planimetría del área	10
2.2.2	Altimetría del área	10
2.3	GEOLOGIA DEL SECTOR	11
2.4	MECANICA DE SUELOS	11
2.4.1	Objetivo del estudio	11
2.4.2	Objetivos Específicos del Estudio	12
2.4.3	Trabajos de campo	12

2.4.3.1	En la red de Alcantarillado	12
2.4.3.2	En las descargas	12
2.4.4	Trabajos de laboratorio	13
2.4.4.1	En la red de alcantarillado	13
2.4.4.2	En las descargas	14
2.4.6	Conclusiones	16
2.4.7	Recomendaciones	17

### **CAPITULO 3**

<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO</b>		<b>18</b>
3.1	<b>OBJETIVO Y ALCANCE</b>	<b>18</b>
3.1.1	Objetivo	18
3.1.2	Alcance	18
3.2	<b>DISPOSICIONES GENERALES</b>	<b>18</b>
3.3	<b>DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</b>	<b>18</b>
3.4	<b>ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO</b>	<b>19</b>
3.5	<b>BASES DE DISEÑO</b>	<b>19</b>
3.5.1	Período de diseño	19
3.5.2	Población	19
3.5.3	Áreas tributarias	21
3.5.4	Caudales de diseño	21
3.5.4.1	Caudal de aguas servidas	22
3.5.4.2	Caudal Pluvial	22
3.6	<b>HIDRAÚLICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO</b>	<b>24</b>
3.6.1	<b>RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO</b>	<b>24</b>
3.6.2	Cálculos hidráulicos de la red de Alcantarillado Combinado	28
3.7	<b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>28</b>
3.7.1	Generalidades	28
3.7.2	Sistemas de depuración de aguas residuales	29
3.7.3	Tanque Separador de Caudales	29
3.7.4	Tanque Séptico	30
3.7.5	Pozo Absorción	30
3.7.6	Características del líquido de los componentes del sistema	30
3.7.7	Diseño del sistema	31
3.7.8	Diseño del Tanque Séptico	33
3.7.9	Diseño del pozo de absorción	36
3.8	Planos de disposición de desechos sólidos	41

### **CAPITULO 4**

<b>EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>		
4.1	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS AMBIENTALES</b>	<b>42</b>
4.1.1	Ubicación	42
4.1.2	Topografía	42
4.1.3	Recursos Hídricos	42
4.1.4	Flora y Fauna	42
4.1.5	Usos del Suelo	42
4.1.6	Aspectos Socio-Económicos y Culturales	43

4.2	Necesidad de Evaluación de Impactos Ambientales	43
4.3	Determinación y Evaluación de Impactos Ambientales en el sistema de alcantarillado	43
4.3.1	Generalidades	43
4.3.2	Metodología de evaluación	43
4.3.3	Factores Ambientales	44
4.3.3.1	Análisis Ambiental del proyecto	44
4.3.3.2	Aspectos Ambientales, Operación y Mantenimiento	46
4.3.3.3	Impactos positivos durante la construcción	47
4.3.3.4	Impactos positivos durante la operación y mantenimiento	47
4.4	Medidas de mitigación	47
4.4.1	Medidas para mitigar impactos ambientales negativos durante la ejecución del proyecto	48

## **CAPITULO 5**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

5.1.1	Excavación de zanjas	50
5.1.1.1	Definición	50
5.1.1.2	Especificaciones	50
5.1.2	Excavación de zanjas en tierra en seco	54
5.1.2.1	Entibamientos	54
5.1.3	Colocación en zanja de la tubería de PVC.	56
5.1.4	Construcción de pozos de revisión	58
5.1.5	Construcción de conexiones domiciliarias	61
5.1.6	Relleno y compactación de zanjas	62
5.1.7	Suministros de cercos y tapas para pozos de revisión de la red del sistema de alcantarillado.	65
5.1.8	Hormigones	67
5.1.9	Encofrado	76
5.2	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES</b>	78
5.2.1	Introducción	78
5.2.2	Alcance	78
5.2.2.1	RUBRO: LIMPIEZA Y DESBROCE	78
5.2.2.2	RUBRO: EXCAVACIÓN MANUAL	79
5.2.2.3	RUBRO: ANCAMADO DE ARENA	79
5.2.2.4	RUBRO: SUMIDERO DE CALZADA	79
5.2.2.5	RUBRO: TUBERÍA PVC	80
5.2.2.6	RUBRO: REPLANEО LINEAL	80

## **CAPITULO 6**

### **PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRA DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO**

6.1.1	Análisis de precios unitarios	81
6.1.1.1	Análisis de precios unitarios del sistema de alcantarillado de la población El Tambo, Tercera Etapa.	81

6.1.2	Presupuesto del sistema de alcantarillado El Tambo. Tercera Etapa	81
6.1.3	Cronograma de ejecución	81
6.1.3.1	Cronograma de ejecución de obra del sistema de alcantarillado El Tambo, Tercera Etapa.	81

## **CAPITULO 7**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
7.1.1	CONCLUSIONES	82
7.1.2	RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA		83
ANEXOS		86

# CAPITULO I

## GENERALIDADES:

### 1.1 INTRODUCCIÓN:

La Escuela Politécnica del Ejército, a través de la Facultad de Ingeniería Civil, ha desarrollado el presente estudio del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela "El Tambo Tercera Etapa", cantón Mejía, provincia Pichincha, con una cobertura hasta el año 2026. El estudio parte de la exposición del diagnóstico situacional de la ciudadela "El Tambo, Tercera Etapa" en cuatro órdenes: aspectos físicos, naturales, ambientales y socio – económicos; como segundo capítulo se establece un análisis físico del sector en las áreas de topografía, geología y mecánica de suelos. Todos estos instrumentos nos permitirán en el tercer capítulo realizar el diseño de alcantarillado combinado.

En este capítulo se detallan las disposiciones generales para la elección del alcantarillado, la alternativa de diseño, la hidráulica del sistema, recomendaciones de diseño y tratamiento de aguas residuales.

Al ser un sistema de alcantarillado se realizó la evaluación de impacto ambiental presentada en el último capítulo.

### 1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE:

#### 1.2.1 Objetivo:

Diseñar el Sistema de Alcantarillado Combinado de la población "El Tambo, Tercera Etapa" ubicada en el Cantón Mejía, Provincia de Pichincha con las especificaciones técnicas, análisis de impacto ambiental, presupuesto y programa tentativo de construcción.

#### 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 El Tambo, Tercera Etapa de tal forma que se propenda a lograr su desarrollo social, sostenible y sustentable, porque permitirá preservar el medio físico en el que se ubica el centro poblado.



### 1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA:

#### 1.3.1 ASPECTOS FÍSICOS:

##### 1.3.1.1 Ubicación Geográfica:

La ciudadela El Tambo Tercera Etapa se encuentra ubicado al sur-oriente de la provincia de Pichincha, en los límites entre los Cantones Mejía y Quito, cuya altitud varía entre las cotas 3150 y los 3050 m.s.n.m. con las siguientes coordenadas:

77° 3' 000" a 77° 3' 500" de longitud Oeste.  
99° 5' 8500" a 99° 5' 9000" de latitud Norte.

##### 1.3.1.2 Usos del suelo:

La ciudadela El Tambo, Tercera Etapa tiene 11 años de existencia; éste es un asentamiento de personas en su mayoría quiteñas, por su cercanía a la ciudad de Quito. En este sentido el sector presenta actualmente un relativo proceso de cambio de uso habitacional. La zona más habitada de la ciudadela son: la entrada a la ciudadela y múltiples zonas aledañas. En este lugar se aprecia una mayor diversidad de usos como son: vivienda, comercio, agricultura, etc. La distribución de usos del suelo en el área consolidada se evidencia de la siguiente forma:

#### CLASIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO CIUDADELA EL TAMBO, TERCERA ETAPA

TIPO OCUPACIÓN	%
RESIDENCIAL	3.58
RESIDENCIAL-AGRICOLA	15.60
RESIDENCIAL-COMERCIAL	2.05
RECREACIONAL	0.00
AGRICOLA	41.43
LOTES BALDIOS	37.34
TOTAL	100.00

**Fuente:** Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela El Tambo, Tercera etapa

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa

##### 1.3.1.3 Vivienda:

En forma general se puede decir que las viviendas son unifamiliares en su mayoría, de uno, dos, tres y hasta cuatro pisos, con estructura en hormigón

hidráulico, paredes de bloque, techos de madera con cubiertas de hojas de eternit o zinc, y la gran mayoría sin acabados o acabados incompletos; cuentan con los siguientes servicios: cocina-comedor, 2 ó 3 habitaciones y letrinas. De la encuesta realizada se establece que las viviendas se clasifiquen como sigue:

### CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA TENENCIA DE LAS VIVIENDAS CIUDADELA "EL TAMBO, TERCERA ETAPA"

TIPO	%
PROPIA	86.75
ARRENDADA	3.61
ABANDONADA	9.64
TOTAL	100

**Fuente:** Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela El Tambo, Tercera etapa

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa

#### 1.3.1.4 Vialidad y Transporte:

##### Vialidad:

La vía principal de acceso es una vía colectora de tercer orden cuya calzada es empedrada con cunetas en hormigón hidráulico; se encuentra en proceso de construcción y no tiene bordillos ni aceras. Por sus características sirve de vía colectora con las vías locales de la urbanización que en su mayoría son de tierra y se encuentran en mal estado. Son transitables a baja velocidad si estamos en vehículo y algunas se las puede transitar a pie. El mal estado de las vías internas se debe a que su superficie de rodadura es de tierra y en épocas de invierno es difícil el tráfico por las mismas.

##### Transporte:

Existe servicio de transporte público hasta la ciudadela El Tambo, Tercera Etapa por parte de una cooperativa de busetas llamada "JOYSUR", existe frecuencias de entrada y salida cada 15 minutos aproximadamente. El tiempo promedio de viaje hasta Quito es de 25 minutos.

### 1.3.1.5 Infraestructura:

#### Agua:

En la actualidad nadie cuenta con agua potable en esta ciudadela, lo que constituye con el problema del alcantarillado uno de los problemas de desarrollo agravantes de la población.

#### Alcantarillado:

La ciudadela no cuenta con el servicio del alcantarillado, en la actualidad se construyeron particularmente en cada lote de terreno habitado una letrina para atrapar las excretas provenientes de sus ocupantes. Cuando se construya el sistema de alcantarillado se captaran todas estas aguas hacia la red y se evitara contaminaciones al suelo, etc. La disposición de excretas en las viviendas es:

Letrinas:	78%
Ninguna:	22%

#### Otros servicios de infraestructura:

La ciudadela "Él Tambo, Tercera Etapa" cuenta actualmente con los siguientes servicios de infraestructura:

Letrinas y otros	78%
Energía Eléctrica	84%
Alumbrado Público	0%
Desechos Sólidos	0%
Teléfonos	0%

### 1.3.1.6 Equipamiento Urbano:

#### Educación:

En el sector del proyecto no se encuentra ninguna institución educativa.

### Seguridad:

En la actualidad el servicio que brinda la Policía Nacional es deficiente; la ciudadela cuenta con sirenas instaladas como medidas de seguridad interna para alertar a la población ante cualquier eventualidad y peligro que pueda presentarse.

### Recreación:

Existen extensas áreas de recreación; pero en las mismas no se encuentra ningún juego o canchas deportivas, etc., que ayude y fomente la recreación de sus pobladores.

### Salud:

De observaciones realizadas en las visitas técnicas a dicha ciudadela, se puede indicar que la población menor a 5 años son los más afectados por enfermedades de origen hídrico y parasitarias en la mayoría de casos. Como causas de estas enfermedades se puede considerar: la falta de agua potable, falta del sistema de alcantarillado y la mala condición en general de sus vías de acceso.

## 1.3.2 ASPECTOS NATURALES

### 1.3.2.1 Aspectos geomorfológicos, litológicos y topográficos.

El recinto se asienta en las laderas de la loma en la que se halla construida y pasa las redes de energía eléctrica del sistema interconectado nacional.

### 1.3.2.2 Clima:

Según la publicación: Anuarios Meteorológicos y Climatológico de la Red Meteorológica Nacional (2005) del INAMHI, la región en la que se encuentra ubicado la urbanización es zona hidrológica 2.

“El Tambo, Tercera Etapa” perteneciente al cantón Mejía, posee un clima lluvioso con las siguientes características principales:

Temperaturas:

Temperatura media:

11.3 °C

Máxima media:	21.0 °C
Mínima media:	1.8 °C
Temperaturas extremas entre los:	21 °C y 1.8 °C

#### 1.3.2.3 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, INAMHI, para la estación climatológica de Izobamba, estación más representativa del lugar y que funciona desde el año 1985. La pluviosidad media anual está entre los 1500 a 1800 mm, con una 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.

#### 1.3.2.4 Recursos Hídricos

El área de estudio está rodeada por quebradas que se ubican a distancias considerables del proyecto; estas dos quebradas son: al sur la quebrada Chorrera y al occidente la quebrada Zabache, al norte una acequia sin nombre y al oriente no se cuenta con ninguna quebrada.

### 1.3.3 ASPECTOS AMBIENTALES:

#### 1.3.3.1 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).

#### 1.3.3.2 Riesgos Naturales:

Por la influencia de inviernos severos y sequías de igual forma que soporta nuestro país. El área de proyecto constituye la cabeza de ladera donde se asientan varios proyectos habitacionales densamente poblados, por tal motivo cuando existen precipitaciones muy intensas y duraderas, la velocidad con que escurre el agua desde la parte superior de la ladera hacia su parte inferior

causa la erosión de la calzada de las calles, terrazas de terrenos en las cuales se asientan las viviendas. Otro peligro importante es causado por las tormentas eléctricas que se suscitan en este lugar con regular frecuencia y es peligro para todos sus habitantes.

#### 1.3.4 ASPECTOS SOCIO – ECONÓMICOS:

##### 1.3.4.1 Población:

El área encuestada para la primera fase de servicio es de 29.32Ha, la población asentada en esta área es actualmente de 73 familias y 380 habitantes. La densidad actual es baja porque las condiciones actuales de la ciudadela que al momento no son atractivas y suficientes que para que más gente se decidan a radicar en la misma. El cálculo de la población futura se realizara mas adelante. En el capitulo III.

##### 1.3.4.2 Edad:

Los rangos de edad son establecidos de la forma enunciada tomando en consideración la matriz de encuestas de la Municipalidad de Mejía:

Menores a 5 años:	15.78%
Mayores a 18 años:	48.16%

##### 1.3.4.3 Niveles de educación:

En cuanto a educación se ha establecido mediante un sondeo realizado, que de la población total, tienen:

TOTAL		
Nivel		%
Estudio Primaria.		62.11
Estudio Secundaria.		14.74
Estudio Superior.		1.05
Menores 4 años.		15.79
No estudian		6.32
TOTAL		100.00
<b>TOTAL</b>	<b>380</b>	

**Fuente:** Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela El Tambo, Tercera etapa

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa

TOTAL POR SEXO					
HOMBRES			MUJERES		
Nivel		%	Nivel		%
Estudio P.		63.86	Estudio P.		60.11
Estudio S.		15.84	Estudio S.		13.48
Estudio Su.		0.99	Estudio S.		1.12
Menores 4 a.		13.86	Menores 4 a.		17.98
No estudio		5.45	No estudio		7.30
TOTAL		100.00	TOTAL		100.00
		<b>TOTAL</b>		<b>380</b>	

**Fuente:** Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela El Tambo, Tercera etapa

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa

PADRES DE FAMILIA					
HOMBRES			MUJERES		
Nivel		%	Nivel		%
Estudio P.		81.25	Estudio P.		73.61
Estudio S.		10.94	Estudio S.		11.11
Estudio Su.		3.13	Estudio S.		2.78
		0.00			0.00
No estudio		4.69	No estudio		12.50
TOTAL		100.00	TOTAL		100.00
		<b>TOTAL</b>		<b>136</b>	

**Fuente:** Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela El Tambo, Tercera etapa

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa

HIJOS&HIJAS					
HOMBRES			MUJERES		
Nivel	número	%	Nivel		%
Estudio P.	77	68.75	Estudio P.		72.97
Estudio S.	25	22.32	Estudio S.		21.62
Estudio Su.	2	1.79	Estudio S.		0.00
	0	0.00			0.00
No estudio	8	7.14	No estudio		5.41
TOTAL	112	100.00	TOTAL		100.00
		<b>TOTAL</b>		<b>186</b>	

**Fuente:** Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela El Tambo, Tercera etapa

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa

Alfabetos:	77.89%
Analfabetos:	22.11%

**Fuente:** Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela El Tambo, Tercera etapa

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa

#### 1.3.4.4 Población económicamente activa:

Se estima que la población económicamente activa es de 175 habitantes, es decir el 46.05% de la población total. Las principales actividades económicas en que se desenvuelven los moradores son:

Ocupación	%
Agricultura	15.38
Albañilería	41.54
Obreros	20.00
Chóferes	3.08
Otros	20.00
TOTAL	100.00

**Fuente:** Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela El Tambo, Tercera etapa

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa

Se puede observar que aproximadamente el 78% de la población pertenece a un estrato socio – económico bajo, sus ingresos familiares fluctúan alrededor de 200USD mensuales.

#### 1.3.4.5 Actitud frente al proyecto:

En el sondeo realizado sobre la actitud respecto a la situación sanitaria y su posible solución respondieron así:

### ACTITUD DE LOS BENEFICIARIOS FRENTE A LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO "EL TAMBO, TERCERA ETAPA"

Siente el problema	94.48%
Favorable al esfuerzo comunitario	89.54%
Aportaría con trabajo	79.08%
Aportaría con material	5.87%
Aportaría con dinero	15.68%

**Fuente:** Encuesta del sistema de alcantarillado combinado para la ciudadela El Tambo, Tercera etapa

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa

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 1 (Detalle de gráficos de Población, Educación, etc.)



## CAPITULO II

### INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO

#### 2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

##### 2.1.1 Objetivo

Recopilar los datos e información necesaria para la realización del diseño de alcantarillado separado y disposición de desechos líquidos de los habitantes de la cooperativa El Tambo, Tercera Etapa de la provincia de Pichincha del cantón Mejía.

##### 2.1.2 Alcance

Estudio del levantamiento topográfico del sector, estudio de mecánica de suelos y análisis de la geología del área.

#### 2.2 ANÁLISIS TOPOGRÁFICO

Para nuestro proyecto se analizará el levantamiento topográfico existente del sector del proyecto, realizado por parte del Ilustre Municipio de Mejía.

La metodología del levantamiento topográfico para el sistema de Disposición de Desechos Líquidos para la cooperativa El Tambo, Tercera Etapa fue la siguiente:

##### 2.2.1 Planimetría del área.

La planimetría considera la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario que se supone en la superficie media de la tierra y sirve para el control horizontal. Para un levantamiento planimétrico (determinación de puntos horizontales, métodos geométricos y métodos trigonométricos).<sup>1</sup>

##### 2.2.2 Altimetría del área.

La altimetría para nuestro proyecto se encuentra de la siguiente manera:

La cota mas alta es 136m y la cota mas baja es 93m, la diferencia de nivel entre estos dos puntos es de 43m. Estas cotas están referenciadas con cotas arbitrarias. Las variaciones de pendiente mas considerables se encuentran en

---

<sup>1</sup>FRANCO Rey Jorge, Nociones de Topografía, Cartografía y Geodesia.

la dirección Este - Oeste con un desnivel de 28m entre la cota 123m y la cota de la entrada principal al proyecto 103.5 y su desnivel es de 19.5m. La variación de pendiente en la dirección Norte – Sur es 13m que es la más significativa., entre la cota 116m al norte y 104m al sur, se utilizará las cotas del plano topográfico para realizar el diseño del sistema de alcantarillado.

## 2.3 GEOLOGIA DEL SECTOR

De acuerdo al libro de Geología de José Rey, la zona en la que se ubica el Cantón Mejía y específicamente la ciudadela EL Tambo, Tercera Etapa. Esta entre las Cordilleras Central y Occidental. Hacia el Sur el graben de Quito o fosa Interandina, es representada por una estructura sobrepuesta en el flanco Occidental de la cordillera Central o Real del Ecuador y se formo mediante un hundimiento o colapso brusco a fines de Mioceno. La fosa esta rellena mayormente de lavas, tobas y piroclastos andesíticos, depósitos lagunares continentales y fluvio-glaciales de edad neogeno-cuaternaria, formados en condiciones de un relieve alto montañoso. Sobre el altiplano Ecuatoriano localizado a 3 mil metros de altura, se levanta tres filas de estrato-volcanes, algunos de los cuales sobrepasan a los 5 mil metros: el mayor es el Chimborazo ( 6310 mts ), que es el segundo estrato-volcanes más alto dentro del sistema andino. Es necesario señalar que los estrato-volcanes al igual que el graben de Quito, con el desarrollo del cual están genéticamente relacionados, son característicos solo para los Andes nórdicos, hacia el sur el graben se estrecha y desaparece a los 2° 30' de Lat. S. antes de la zona Transversal Puna-Méndez. La distribución de los estrato-volcanes alrededor y dentro del graben de Quito, permiten considerar a esta estructura como una depresión volcánico-tectónica, la cual limita a lo largo de fallas profundas con las cordilleras que se levantan a sus dos costados.<sup>2</sup>

## 2.4 MECANICA DE SUELOS

### 2.4.1 Objetivo de 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.

---

<sup>2</sup> REY, José, Ing. Geología y Geotecnia del Ecuador. Editorial Universitaria.

#### 2.4.2 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.<sup>3</sup>
- 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.

#### 2.4.3 Trabajos de campo

##### 2.4.3.1 En la red de Alcantarillado El Tambo, Tercera Etapa.

Se realizaron dos perforaciones a rotación percusión, de tres metros de profundidad y toma de muestras alteradas. Las perforaciones se realizaron en la abscisa 0+860 y 0+960.

##### 2.4.3.2 En las descargas de la red de Alcantarillado El Tambo, Tercera Etapa.

Se realizaron dos perforaciones a rotación percusión, de cuatro metros de profundidad en las descargas de abscisa 0+590 de la Calle "4" y la abscisa 0+620 de la Calle "Existente".

#### 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.

---

<sup>3</sup>TORRES, Milton. Mecánica de Suelos 1, Apuntes de la Materia, Ingeniería Civil-ESPE.

#### 2.4.4 Trabajos de Laboratorio.

##### 2.4.4.1 En la red de Alcantarillado El Tambo, Tercera Etapa.

Con las muestras obtenidas en la abscisa 0+860 y 0+960 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).

##### 2.4.4.2 En las descargas de la red de Alcantarillado El Tambo, Tercera Etapa.

Con las muestras obtenidas 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).

#### 2.4.5 Descripción de los suelos encontrados

##### 2.4.5.1 En la red de Alcantarillado El Tambo, Tercera Etapa.

ABSCISA 0 + 860:

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 + 860:

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 con presencia de nivel freático. En clasificación AASHTO son tipo A-5.

ABSCISA 0 + 860:

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 con presencia de nivel freático alto. En clasificación AASHTO son tipo A-5.

ABSCISA 0 + 980:

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 con presencia de nivel freático alto. En clasificación AASHTO son tipo A-5.

ABSCISA 0 + 980:

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 + 980:

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 con presencia de nivel freático alto. En clasificación AASHTO son A-5.

2.4.5.2 En las descargas de la red de Alcantarillado El Tambo, Tercera Etapa.

ABSCISA 0 + 590:

De 0m a 1m de profundidad

Los suelos encontrados son limos arenosos inorgánicos. Su color café oscuro. Este tipo de suelo pertenece 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 + 590:

De 1m a 2m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos. Su color café claro con presencia de cascajo en cantidades pequeñas. Este tipo de suelo pertenece 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 + 590:

De 2m a 3m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos. Su color café claro, variando a color amarillo claro. La presencia del nivel freático es alta. Este tipo de suelo pertenece 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 + 590:

De 3m a 4m de profundidad

Los suelos encontrados son limos inorgánicos. Su color amarillo claro esta presente. La presencia del nivel freático es alta. 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 tipo A-5.

ABSCISA 0 + 620:

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 + 620:

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 + 620:

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 con poca presencia de nivel freático. En clasificación AASHTO son tipo A-4.

#### 2.4.6 Conclusiones y recomendaciones

- El resultado del estudio de Mecánica de Suelos indica que según la clasificación SUCS en la población El Tambo, Tercera 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 70%, es decir humedad media alta, y su coloración va desde café oscuro hasta café claro, amarillo claro hasta tonalidades muy oscuras, detallado en los registros de perforación.
- Se detectó presencia de nivel freático en casi la mayoría de las perforaciones realizadas.
- La capacidad portante del suelo es alrededor de 2.0 kg/cm<sup>2</sup> por lo que se recomienda usar losas de cimentación en la construcción de cualquier estructura como tanques enterrados que se vaya a realizar.

#### 2.4.7 Recomendaciones para la cimentación.

- En la red de Alcantarillado El Tambo, Tercera 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 PVC, cuyo peso por metro lineal es muy bajo. Para la construcción de pozos de revisión tampoco existirán problemas.

- En las descargas de la red de Alcantarillado El Tambo, Tercera Etapa.

ABSCISA 0 + 590:

- Tipo de cimentación: Losa de cimentación
- Profundidad: -3m a -4m del nivel actual del terreno.
- Capacidad admisible: 2.00 kg/cm<sup>2</sup>
- Mejoramiento del suelo: desde -2.00 hasta -3.00 de profundidad.

El mejoramiento del suelo se hará siguiendo las siguientes especificaciones:

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

ABSCISA 0 + 620:

- Tipo de cimentación: Losa de cimentación
- Profundidad: -3m del nivel actual del terreno.
- Capacidad admisible: 3.50 kg/cm<sup>2</sup>
- Mejoramiento del suelo: desde -2.00 hasta -3.00 de profundidad.

El mejoramiento del suelo se hará siguiendo las siguientes especificaciones:

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

Ver Anexo 2 (descripción detallada de cada ensayo realizado y registro de perforación).

## CAPITULO III

### DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO

#### 3.1 OBJETIVO Y ALCANCE



### 3.1.1 Objetivo

Contribuir al saneamiento básico de la población de la ciudadela El Tambo, Tercera Etapa., de la provincia de Pichincha, cantón Mejía.<sup>4</sup>

### 3.1.2 Alcance

- Diseñar un adecuado sistema de recolección y disposición de desechos líquidos.
- Realizar el transporte y disposición final de desechos líquidos, por medio de una red de alcantarillado combinado, elementos específicos y complementarios para su tratamiento.
- Manejar especificaciones de acuerdo con las normas existentes.

## 3.2 DISPOSICIONES GENERALES

La recolección y transporte de desechos líquidos por medio de un sistema de alcantarillado combinado, pues conducirá un caudal de aguas servidas y un caudal de aguas de escorrentía pluvial.

## 3.3 DISPOSICIONES ESPECIFICAS

El sistema de alcantarillado y las obras componentes del sistema están definidas por los parámetros de diseño de alcantarillado, para un periodo óptimo de diseño. Se utilizará una red de tuberías y colectores, que seguirán en lo posible las pendientes del terreno según las hoyas primarias y secundarias que lo formen.

La red de alcantarillado se diseñará a profundidades que permita la evacuación de las aguas lluvias y/o servidas de los predios a cada lado de las calles, desde los puntos de nivel más bajo referido a las rasante de la calzada. En todo caso la profundidad mínima sobre la clave del conducto será de 1,20 m. La profundidad mínima en pozos de salida será de 1,50 metros. En condiciones normales, el

---

<sup>4</sup>Zona descrita como área de expansión por el departamento de Planificación de la Ilustre Municipalidad de Mejía.

justificará la sobre-excavación. Si el diseño requiere profundidades mayores a 5, 0 metros, es preferible que el Consultor considere ramales auxiliares al pie del lote (Cota más baja), que los implantará en espacios verdes del predio, calles o pasajes creadas para el efecto.<sup>5</sup>

### 3.4 ANÁLISIS CONCEPTUAL DE LA ALTERNATIVA DE DISEÑO

La ciudadela El Tambo, Tercera Etapa es considerada por la Ilustre Municipalidad del Cantón Mejía como un área de expansión. Esto, sumado a que las condiciones de vida de la población no son adecuadas, ha impulsado al cabildo y a los proyectistas a realizar este tipo de propuesta en el sector, para lo cual, se ha determinado un análisis de la situación actual de la zona, así como los determinantes de suelo, hidrología, topografía y demás normas pertinentes para el planeamiento del sistema de alcantarillado combinado.

### 3.5 BASES DE DISEÑO

#### 3.5.1 Período de diseño

Para redes de alcantarillado en general se recomienda períodos de 20 a 25 años, para colectores principales, emisarios y descargas se recomienda un período mayor de 30 años. El período escogido depende del tipo de material que se utilice en la recolección, el consultor deberá justificar la adopción de este parámetro.<sup>6</sup>

Lo importante de determinar un período de diseño, que no represente un gasto demasiado elevado y que rinda los máximos beneficios a los usuarios, por lo tanto se ha optado por considerar 20 años como un adecuado período para el diseño del sistema del alcantarillado El Tambo, Tercera Etapa.

#### 3.5.2 Población.

La población en el año horizonte del proyecto fue determinada con anterioridad por varios métodos estadísticos de cálculo de población, llegando a determinar lo siguiente:

---

<sup>5</sup>Especificaciones Técnicas E.M.M.A:P.-Q

! <sup>6</sup>Idem.

#### Modelo 1:

Datos:

$$P_2 = 379 \text{ hab.} \quad \text{para } t_2 = 2006$$

$$P_1 = 024 \text{ hab.} \quad \text{para } t_1 = 2000$$

t = tiempo futuro (cualquier año después de 2006)

Encontrar P = población futura o de proyecto

$$K_{2000-2006} = \frac{379 - 24}{2006 - 2000} = 59.17$$

$$P_{2026} = P_{2006} + K * (2026 - 2000)$$

$$P_{2026} = 379 + 59.17 * (2026 - 2000) = 1563 \text{ habitantes.}$$

### Modelo 2:

$$P_1 = 379 \text{ hab}$$

$$P = 24 \text{ hab}$$

$$m = 6 \text{ años}$$

$$n = 20 \text{ años}$$

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

$$P = 379 + 20 * \left( \frac{379 - 24}{6} \right)$$

$$P = 1562 \text{ hab.}$$

### Método Geométrico:

#### Modelo 1:

Datos:

$$P_2 = 379 \text{ hab.} \quad \text{para } t_2 = 2006$$

$$P_1 = 24 \text{ hab.} \quad \text{para } t_1 = 2000$$

Encontrar P = población futura o de proyecto

$$r = 0.15 - 0.20$$

Nota: este valor difiere al que se consigna como tasa oficial para el mismo período

$$P_{2026} = 379 (1 + 0.15)^{(2026 - 2006)} = 6202 \text{ habitantes.}$$

### Método Interpolación y Extrapolación lineal.

$$P_i = 379 \text{ hab}$$

$$t_i = 2006$$

$$t_f = 2026$$

$$P_2 = 280 \text{ hab}$$

$P1 = 15 \text{ hab}$

$t2 = 1998$

$t1 = 2000$

$$Pf = 379 + \left( \frac{280 - 15}{2000 - 1998} \right) * (2026 - 2006)$$

$Pf = 3029 \text{ hab.}$

$$\text{Valor Promedio} = \frac{1563 + 1562 + 6202 + 3029}{4} = 3089 \text{ habitantes.}$$

### **Método ( Saturación) 6:**

# lotes: 391

# personas: 6

	%	# Familias	Población
Multifamiliar	3	3	211.14
Comercial	10	1	234.6
Unifamiliar	55	1	1290.3
Bifamiliar	30	2	1407.6
Desolado	2	1	0
TOTAL	100		3143.00

Densidad poblacional actual = 13 habitantes por hectárea

Densidad poblacional futura = 107 habitantes por hectárea.

### 3.5.3 Áreas Tributarias

Las áreas de aportación, fueron determinadas en base de la distribución urbanística así como de la topografía del sector; los datos recopilados fueron calculados y presentados en los planos del diseño de alcantarillado combinado, en el plano de que contiene las áreas de aportación. Ver plano de detalle A-01.

### 3.5.4 Caudales de diseño

#### 3.5.4.1 Caudal de aguas servidas

Cálculo para una hectárea:

a. Cálculo caudal medio final:

$$Q_{mf} = \frac{\text{Población}_{\text{ final}} * \text{Dotación}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}} * \text{factor}_{\text{ A}}$$

$$Q_{mf} = \frac{107 \frac{\text{hab}}{\text{ha}} * 180 \frac{\text{ltrs}}{\text{hab} * \text{día}}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}} * 0.80$$

$$Q_{mf} = 0.178 \frac{\text{ltrs}}{\text{seg} * \text{ha}}$$

b. Caudal de infiltración:

$$Q_{if} = \frac{14 \text{m}^3}{\text{ha} * \text{día}} * \frac{1000}{1 \text{m}^3} * \frac{1 \text{día}}{86400 \text{seg}}$$

$$Q_{if} = 0.162 \frac{\text{ltrs}}{\text{seg} * \text{ha}}$$

c. Caudal de aguas lluvias ilícitas:

$$Q_{all} = \frac{80 \text{l}}{\text{ha} * \text{día}} * 107 \text{hab} * \frac{1 \text{día}}{86400 \text{seg}}$$

$$Q_{all} = 0.099 \frac{\text{ltrs}}{\text{seg} * \text{ha}}$$

CAUDAL TOTAL:

$$Q_T = (0.178 + 0.162 + 0.099) \frac{\text{ltrs}}{\text{seg} * \text{ha}}$$

$$Q_T = 0.44 \frac{\text{ltrs}}{\text{seg} * \text{ha}}$$

#### 3.5.4.2 Caudal Pluvial

Para la aportación de aguas lluvias para drenaje de hasta 100Ha se usará el método racional cuya fórmula es:

$$Q = 2.78 \times 10^{-3} CxIx A$$

Q = Caudal de aguas lluvias (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de escurrimiento o impermeabilidad

- I = Intensidad de lluvia (mm/h)
- A = Área de drenaje o aportación (ha)

Para nuestro caso utilizaremos para el cálculo de la intensidad obligatoriamente se empleará aplicando 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

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

Coeficiente de escurrimiento:

Para el Coeficiente de Escurrimiento = **C**; se recomiendan los valores siguientes, para nuestro caso se tomará  $C = 0.65^7$

- 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

Intensidad de lluvia:

Para la intensidad de lluvia se utilizaron los datos del Instituto 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 de 24 horas.<sup>12</sup>

---

<sup>7</sup>Especificaciones Técnicas E.M.M.A:P.-Q

$$R^2 = 0.9847$$

- I<sub>TR</sub> = 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.

### 3.6 HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Un sistema de alcantarillado es un medio de transporte de líquidos, dirigido a alcanzar la mejor utilización de la energía natural disponible con una dirección que sea cercana a la horizontal, evitando, en lo posible, disiparla en caídas verticales o cascadas, que encarecen la conducción de los mismos, con excepción de alcantarillados diseñados en terrenos en los cuales debido a la topografía irregular, el cálculo hidráulico obligue a disipar parte de la energía propia de los líquidos en movimiento.<sup>8</sup>

El alcantarillado es un sistema adecuado de conductos subterráneos llamados alcantarillas que sirven para transportar las aguas lluvias o las aguas mezcladas con desechos, productos de la actividad de una comunidad.<sup>9</sup>

#### 3.6.1 RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO COMBINADO.

• Diámetros:

Diámetro mínimo para un sistema de alcantarillado pluvial: 250 (mm)

Diámetro mínimo para un sistema de alcantarillado sanitario: 200 (mm)

• Velocidades en los conductos:

a) Velocidad mínima a tubo lleno 0.90 (m/s)

b) Velocidad mínima de autolimpieza 0.30 (m/s)

c) Velocidad máxima en tuberías de hormigón 6.00 (m/s)

d) Velocidad máxima en canales de hormigón 9.00 (m/s)

<sup>8</sup> BUITRON, Op. Cit. Pag 61

<sup>9</sup> ARIAS, Op. Cit. Pag. 5

MATERIAL	VELOCIDAD MÁXIMA	"n"
Hormigón simple	3.50 - 6.00 (m/seg)	0.0130
Material vítreo	4.00 - 6.00 (m/seg)	0.0120
Fibrocemento	4.50 - 5.00 (m/seg)	0.0110
Hierro fundido	4.00 - 9.50 (m/seg)	0.0120

plástico	4.50	(m/seg)	0.0110
PVC	6.00	(m/seg)	0.0965

**Fuente:** IEOS. Normas para el Estudio y Diseño de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Quito 1993.

**Elaboración:** Edgar Wladimir Caizaluisa Casa - Febrero 2006

Las especificaciones del tipo de tubería para cada tramo se indican en los planos respectivos de planimetría y altimetría.

• **Capacidad a utilizarse:**

En tuberías de diámetro pequeño (hasta 300mm), la capacidad de caudal máximo debe ser de alrededor del 60%, por situaciones de ventilación y flujo durante horas de máxima aportación; en tuberías de mayor diámetro la capacidad a utilizarse puede ser entre el 80% y el 85% siendo su valor óptimo el 80% para resultados económicos.<sup>10</sup>

• **Profundidades:**

La red de alcantarillado combinado se diseñará a profundidades que permitan tener un colchón mínimo para evitar rupturas por cargas vivas. También deberá permitir el drenaje desde el fondo de los lotes a ambos lados de la calle, con la pendiente mínima y de acuerdo a las normas locales. Dependiendo del diámetro y del tipo de tubería, la profundidad mínima debe ser de 0.80m.<sup>11</sup>

• **Ubicación de tuberías:**

Para una localización correcta de los conductos, es conveniente considerar lo siguiente:

- Localizar las tuberías en el eje de la calle.
- Si el terreno es inclinado, ponerlas junto a la acera del lado mas bajo.
- En calles de más de 20m de ancho, y sobre todo con pavimento costoso, es

<sup>10</sup>BURBANO, Ibid.

<sup>11</sup>ARIAS. Op. Cit. Pág. 46

• **Pozos de revisión:**

Los pozos de revisión se ubicarán al inicio o cabecera de tramos, en todo cambio de pendiente, dirección y sección (zonas de transición) en los cuales se



presentan pérdidas de energía que deben ser compensadas con la caída en solera del conducto, para evitar la formación de remansos o turbulencia.

La distancia máxima que se ha considerado entre pozos es de 100m cuando el diámetro de la tubería sea igual o menor a 350 mm; de 150 m para diámetros comprendidos entre 400 y 800 mm, y de 200m para diámetros mayores de 800 mm. Los pozos de salto se aceptarán para tuberías de hasta 300 mm de diámetro con un desnivel máximo de 0.90 m de acuerdo a SSA (Ex – IEOS), y de 0.70 m. El diámetro interior del pozo será de 0.90 m para diámetros de tuberías menores a 550 mm, y de 1.20 m para diámetros de tubería entre 600 y 800 mm. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la boca de visita será en forma de un tronco de cono excéntrico, con altura mínima de 1.0 m.<sup>20</sup> Cuando a un pozo de visita concurren dos o más tuberías a un mismo nivel o niveles que permitan cumplir con las especificaciones relativas a pozos de visita, pueden instalarse sin mayor problema, pero cuando no es posible por razones topográficas para mantener pendientes permisibles o economizar el costo de una mayor excavación, es necesario construir pozos de caída o de salto.<sup>12</sup>

. Conexiones Domiciliarias:

Como información para los planos de detalle, las conexiones domiciliarias se empatarán directamente desde un cajón de profundidad máxima de 1.5m, 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.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup>BURBANO. Ibid.

<sup>13</sup>IEOS. Ibid.

La EMAAP recomienda una pendiente mínima del 4% para la red. El sistema seguirá las pendientes del terreno; además se tomarán en cuenta criterios de canales o conductos sin presión cuando la topografía cuando así lo exija.

. Tiempo de concentración:

Es el tiempo teórico requerido para que una gota fluya desde el punto mas lejano del área de drenaje hasta la entrada al alcantarillado. Dentro de una red, se debe considerar el ramal más largo: puede variar de 5 minutos para pendientes pronunciadas en un terreno impermeable a 30 minutos para calles con ligera pendiente.<sup>14</sup>

. Sumideros:

Las dimensiones para los sumideros se definirán según su distanciamiento, tipo de pavimento, el ancho de las fajas de aporte y al pendiente longitudinal. Los sumideros contendrán sifones y pueden ser:

- 1 Transversales
- 2 De calzada
- 3 De bordillo
- 4 Una combinación de estos:

Como criterio general, se recomienda un sumidero estándar de 30x46 (cm) cada 80 m de longitud de calle o uno en cada esquina de la manzana si la longitud es menor de 80 m. Las descargas de los sumideros se harán al pozo de revisión. En calles donde las longitudes sean mayores a las indicadas, o pendientes pronunciadas, se conviene incrementar la cantidad de sumideros o cambiar su dimensión hasta longitudes entre 1.5 y 2.0 (m), justificando su cálculo de captación hidráulica superficial. En los sitios de las calles donde se acumulen las aguas lluvias superficiales, se incorporarán sumideros de bordillo directos, con una longitud máxima paralela a la vía de 1.50 m y válvula de clapeta en el pozo de revisión.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup>BURBANO. Ibid.

<sup>15</sup>IEOS. Ibid.

Se realizaron con el apoyo de las aplicaciones del programa: Sewer-CAD y Storm-CAD. El programa de cálculo genera los perfiles de flujo en cada una las tuberías que comprende el proyecto con la ayuda de la ecuación de la energía. Estos perfiles considera la formación de resaltos hidráulicos al ingreso de los pozos lo cual representa una herramienta muy eficaz para verificar el correcto

funcionamiento del sistema evitando en todo momento que alguno de los tramos trabaje a presión debido a que se considera que este sistema siempre debe trabajar a flujo libre. Para trabajar con el programa es necesario dividir en tramos las zonas en estudio, con ello se va introduciendo los nombres, cotas, longitudes y tipo de material de cada tramo, además es necesario datos de intensidad de lluvia, coeficiente de escorrentía y áreas de aportación del sistema. Los resultados más importantes que arroja el programa y que sirven al ingeniero para la construcción del alcantarillado son: cota superior e inferior de cada tramo, gradiente hidráulica, caudal a flujo libre, caudal a flujo lleno y el diámetro de la tubería. Eventualmente pequeños tramos de tubería podrían trabajar a presión pero por lapsos muy cortos de tiempo, es decir cuando la intensidad de lluvia llegue a sus valores máximos, debemos dejar además puntualizando que el programa para la obtención de caudal de flujo lleno en las tuberías utiliza la Ecuación de Manning considerando un coeficiente de rugosidad para el PVC ( $n=0.00965$ ), que se toma de las librerías del programa. *Ver Planos de Detalle Redes, Perfiles, Conexiones de Lotes y Sumideros a la red.*

### 3.7 TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

#### 3.7.1 Generalidades:

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos – aguas residuales – es esencialmente el agua que se desprende de la comunidad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, se puede definir al agua residual como la combinación de los residuos líquidos o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de otro tipo de edificaciones. Estas aguas residuales deben ser conducidas, en última instancia, a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno.<sup>16</sup>

Sin duda alguna, la eliminación por dilución (tras tratamiento preliminar o biológico) en grandes masas de agua, como lagos, ríos, estuarios o mares, es el método más utilizado. La auto depuración o purificación que tienen lugar en el agua receptora depende de su caudal o volumen, su contenido de oxígeno, y

su capacidad para reoxigenarse por si misma. La proporción de la capacidad auto depuradora , a veces llamada capacidad asimiladora, que puede utilizarse con seguridad en ríos, lagos y estuarios depende de los usos a los que el agua sea sometida aguas abajo, las necesidades del público y la economía total del sistema de agua receptora.

### 3.7.2 Sistema de depuración de agua residuales

En lugares en los que ya no es posible emplear sistemas de absorción sobre el terreno, se ha podido comprobar, en algunos casos, que la solución mas rentable económicamente es continuar empleando los tanques sépticos para separar los sólidos, y recoger los efluentes para su posterior tratamiento o evacuación en instalaciones centralizadas. Para el alcantarillado combinado de la población de El Tambo, Tercera Etapa, se ha contemplado una estructura separadora de caudales mediante la utilización de un tanque de un tanque separador de caudales., que su función será la de separara el caudal sanitario que se desviara y se conectara con la red de alcantarillado de El Tambo, Segunda Etapa. El caudal pluvial se dispondrá hacia una quebrada que tiene la suficiente capacidad hidráulica para evacuar estas aguas pluviales. Además, se ha contemplado un tratamiento primario de aguas residuales mediante la utilización de un tanque séptico en el cual se detendrán todos los lodos decantados de las aguas residuales, para verter posteriormente las aguas tratadas hacia pozos de infiltración.

### 3.7.3 Separadores de Caudal

Para nuestro proyecto que es un sistemas combinado, resulta ventajoso permitir el desvío de un determinado caudal, a fin de lograr reducir diámetros de los conductos, separar parcialmente los caudales diluidos en este tipo de sistemas, el caudal desviado (sanitario diluido) se descarga un sistema de alcantarillado

---

<sup>16</sup>IMETCALF&EDDY, Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y reutilización. Tercera edición. Editorial Mc.Graw Hill 2001.

se conecta con una quebrada llamada Zabache la cual servirá como cuerpo receptor. Para nuestro caso se cumple las normas de dilución requeridas. Para nuestro sistema de alcantarillado combinado, los separadores se diseñaran en forma de obtener la dilución siguiente:

Dentro del perímetro poblado, cuando la separación se realiza a quebradas o cursos de aguas de poco gasto, comenzará a funcionar el separador, cuando el gasto en el colector sea diez veces el gasto medio de las aguas servidas solamente. Ver planos de detalle E-1, E-2.

#### 3.7.4 Tanque séptico

Para nuestro caso se utilizará un tanque séptico en la descarga 1, esta estructura permite realizar un tratamiento primario de las aguas negras provenientes del sistema de alcantarillado, el diseño del mismo se presenta mas adelante y sus detalles se muestra en el plano E3.

#### 3.7.5 Pozos absorbentes.

En nuestro caso utilizaremos pozos absorbentes como complemento final del tratamiento de aguas servidas. Estos pozos estarán ubicados a continuación del tanque séptico. La utilización de estos pozos absorbentes nos ayudará a tener un óptimo tratamiento. Los detalles de cálculo y dibujo se realizan a continuación. Ver plano de detalle E-4.

#### 3.7.6 Características de líquido de tanques sépticos y componentes del sistema.

Las características del líquido de los tanques sépticos varían en función de los usos del agua, se puede emplear trituradores de basuras de las cocinas y de la frecuencia de bombeo. Debido a la naturaleza cambiante del agua que entra en el tanque, las características del líquido presentan gran variabilidad.

Los componentes del sistema propuesto serán:<sup>17</sup>

1.- Tanque séptico: Consta de tres cámaras, la primera en la cual se depositaran los lodos para su digestión. La segunda utilizada como transición, que recoge las aguas mas claras. La tercera en la cual se ha

---

<sup>17</sup> BUITRON, Ibid. Pag. 72

2.- Descarga: Transporta las aguas tratadas hacia un cuerpo receptor. La descarga en este caso es un campo de infiltración, los terrenos que se utilizará para realizar este campo son espacios disponibles.

### 3.7.7 Diseño del sistema

#### Descarga 1:

A continuación se describe la manera de cálculo los tanques separadores de caudal y cálculo del volumen del filtro anaerobio considerado que el mismo es una unidad en el proceso de tratamiento de las aguas previo a su entrega en el campo de infiltración.

#### Separador de Caudales:

$$\text{Caudal Sanitario} = 0.95 \frac{l}{seg} = 3.42 \frac{m^3}{h}$$

$$\text{Caudal Pluvial} = 430.2 \frac{l}{seg}$$

$$\text{Razón dilución} = 1:10$$

Los siguientes cálculos se basaran en tablas y ábacos para tuberías con sección llena.

Diámetro mínimo en separadores de caudal para alcantarillados combinados de gran pluviosidad:

$$\phi = 150 \text{ mm.}$$

$$J = 0.1 \frac{m}{km}$$

$$Q = 1.67 \frac{m^3}{s}$$

$$V = 0.09 \frac{m}{s}$$

Estamos asumiendo que la tubería en algún momento se ahogara, pero en ese instante no pasará mas caudal que el Q sanitario diluido. Si existe una carga adicional sobre la tubería de descarga del caudal sanitario diluido, no será muy excedente y no causara problemas en la red de alcantarillado posterior., porque las aguas excedentes se conducirán por la tubería de salida para el caudal pluvial.

A continuación se realiza el diseño estructural de este tanque:

#### DISEÑO ESTRUCTURAL

DATOS:	f'c	210.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	fy	4200.00	( kg / cm <sup>2</sup> )

ka	0.30	-
P. esp. L	1000.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
P. esp. S.	1650.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
Altura	2.00	( m )
Esp. Par.	0.20	( m )
d	0.16	( m )

### **EMPUJE DE AGUA:**

H agua	1.50	( m )
E	1125.00	( kg )
V	1125.00	( kg )
Vp	7.68	( kg / cm <sup>2</sup> )
Vc	1.24	( kg / cm <sup>2</sup> )
Vc	<	Vp

No problemas

Ma	843.75	( kg - m )
	84375.00	( kg - cm )

b	100.00	( cm )
d	16.00	( cm )
Factor Mu	1.50	
Mu	126562.50	( kg - cm )
Cuan. Min	0.001500	0.0015
Cuan. Cal.	0.001329	
<b>As</b>	<b>2.40</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### **EMPUJE DEL SUELO:**

E	990	( kg )
V	990	( kg )
Vp	7.68	
Vc	1.09191176	
Vc	<	Vp
Ma	660	( kg - m )
	66000	( kg - cm )
Factor Mu	1.5	
Mu	99000	( kg - cm )
b	100.00	( cm )
d	16.00	( cm )
Cuan. Min	0.001500	0.0015
Cuan. Cal.	0.001036	
<b>As</b>	<b>2.40</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

No problemas

<b>As temp</b>	<b>3.2</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>
<b>As por cara</b>	<b>1.6</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### **ARMADURA LOSA FONDO**

Ancho	A	1.29	( m )
-------	---	------	-------

Largo	B	1.97	( m )
-------	---	------	-------

### ARMADURA INFERIOR

P	0.960	( T / ml )
Ma	0.313	( T-m / ml )
Mb	0.205	( T-m / ml )

Para Ma:	Factor Mu	1.5	
	Mu	144000.00	( kg - cm )
	b	100.00	( cm )
	d	16.00	( cm )
	Cuan. Min.	0.00330	0.0033
	Cuan. Cal.	0.00152	
	<b>As</b>	<b>5.28</b>	<b>( cm2 )</b>

Para Mb:	Factor Mu	1.5	
	Mu	30739.98	( kg - cm )
	b	100.00	( cm )
	d	16.00	( cm )
	Cuan. Min.	0.00330	0.0033
	Cuan. Cal.	0.00032	
	<b>As</b>	<b>5.28</b>	<b>( cm2 )</b>

### ARMADURA SUPERIOR

M	126562.5	( T-m / ml )
b	100	( cm )
d	16	( cm )
Cuan. Min.	0.0033	0.0033
Cuan. Cal.	0.0013	
<b>As</b>	<b>5.28</b>	<b>( cm2 )</b>

### Tanque Séptico:

A continuación se diseñara el tanque séptico para tratamiento primario, con tiempo de retención = 12 horas.

$$Q = 0.95 \frac{l}{seg}$$

$$V = 0.95 \frac{l}{seg} * \frac{3600seg}{1h} * \frac{1m^3}{1000l} * 12h = 41.04m^3$$

Si consideramos h = 2.5 m.

$$a * b * h = 41.04 m^3$$

Por varias iteraciones para encontrar dimensiones fáciles de construcción, las dimensiones finales son:

$$a = 2.6 m$$



$$b = 4.7 \text{ m}$$

$$h = 3.3 \text{ m}$$

$$V_{\text{final}} = 41.63 \text{ m}^3.$$

Los detalles de este tanque se especifica en el plano E-03,

A continuación se realiza el diseño estructural de este recipiente:

### DISEÑO ESTRUCTURAL

DATOS:	f'c	210.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	fy	4200.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	ka	0.30	-
	P. esp. L	1000.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	P. esp. S.	1650.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	Altura	3.30	( m )

	Esp. Par.	0.33	( m )
	d	0.29	( m )

### EMPUJE DE AGUA:

H agua	3.30	( m )
E	5445.00	( kg )
V	5445.00	( kg )
Vp	7.68	( kg / cm <sup>2</sup> )
Vc	3.31	( kg / cm <sup>2</sup> )
Vc	<	Vp

No problemas

Ma	19765.35	( kg - m )
	1976535.00	( kg - cm )

b	100.00	( cm )
d	29.00	( cm )
Factor Mu	1.50	
Mu	2964802.50	( kg - cm )
Cuan. Min	0.001500	
Cuan. Cal.	0.010664	
<b>As</b>	<b>30.93</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### EMPUJE DEL SUELO:

E	2695.275	( kg )
V	2695.275	( kg )
Vp	7.68	
Vc	1.64012677	
Vc	<	Vp

No problemas

Ma	2964.8025	( kg - m )
	296480.25	( kg - cm )
Factor Mu	1.5	
Mu	444720.375	( kg - cm )
b	100.00	( cm )

d	29.00	( cm )
Cuan. Min	0.001500	
Cuan. Cal.	0.001423	
<b>As</b>	<b>4.35</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

<b>As temp</b>	<b>5.8</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>
<b>As por cara</b>	<b>2.9</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### ARMADURA LOSA FONDO

Ancho	A	2.6	( m )
Largo	B	4.7	( m )

### ARMADURA INFERIOR

P	2.614	( T / ml )
Ma	1.908	( T-m / ml )
Mb	1.055	( T-m / ml )

Para Ma:	Factor Mu	1.5	
	Mu	392040.00	( kg - cm )
	b	100.00	( cm )
	d	29.00	( cm )
	Cuan. Min.	0.00330	
	Cuan. Cal.	0.00125	
	<b>As</b>	<b>9.57</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

Para Mb:	Factor Mu	1.5	
	Mu	158317.43	( kg - cm )
	b	100.00	( cm )
	d	29.00	( cm )
	Cuan. Min.	0.00330	
	Cuan. Cal.	0.00050	
	<b>As</b>	<b>9.57</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### ARMADURA SUPERIOR

M	2964802.5	( T-m / ml )
b	100	( cm )
d	16	( cm )
Cuan. Min.	0.0033	
Cuan. Cal.	0.0107	
<b>As</b>	<b>17.0627474</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### Pozos de Absorción:

A continuación se procederá a calcular la profundidad del pozo de absorción, se tomara como base para este cálculo el numero de personas a las cuales se va ha servir y la dotación de agua potable.

Numero de personas a servir = 140.

Dotación = 180 l/h/d

(NOTA: La tabla en la cual nos basamos para realizar este cálculo es calculada para una dotación de 190l/h/d. por lo tanto la variación es mínima para nuestra dotación práctica.)

K = 1.44 (por tratarse de un suelo limoso, los coeficientes de infiltración son tomados en base a la tabla 30)

D = 2.5 m.

$$H = \frac{K * N}{\pi * D}$$

H = 25.68 m

Si realizamos cuatro pozos. La altura por pozo será:

H = 6.42 m

Ver detalles del pozo. Plano E-4.

#### Descarga 2:

A continuación se describe la manera de cálculo los tanques separadores de caudal, para su posterior disposición al sistema de alcantarillado El Tambo, Segunda Etapa.

#### Separador de Caudales:

$$\text{Caudal Sanitario} = 5.20 \frac{l}{seg} = 18.72 \frac{m^3}{h}$$

$$\text{Caudal Pluvial} = 2251.24 \frac{l}{seg}$$

$$\text{Razón dilución} = 1:10$$

$$\text{Q sanitario diluido} = 52.0 \frac{l}{seg}$$

Los siguientes cálculos se basaran en tablas y ábacos para tuberías con sección llena.

Diámetro mínimo en separadores de caudal para alcantarillados combinados de gran pluviosidad:

$$\phi = 250 \text{ mm.}$$

$$J = 4.8 \frac{m}{km}$$

$$Q = 51.97 \frac{m^3}{s}$$

$$V = 1.05 \frac{m}{s}$$

Estamos asumiendo que la tubería en algún momento se ahogara, pero en ese instante no pasará mas caudal que el Q sanitario diluido. Si existe una carga adicional sobre la tubería de descarga del caudal sanitario diluido, no será muy excedente y no causara problemas en la red de alcantarillado posterior., porque las aguas excedentes se conducirán por la tubería de salida para el caudal pluvial.

A continuación se realiza el diseño estructural de este tanque:

### **DISEÑO ESTRUCTURAL**

DATOS:	f'c	210.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	f <sub>y</sub>	4200.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	k <sub>a</sub>	0.30	-
	P. esp. L	1000.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	P. esp. S.	1650.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	Altura	2.00	( m )

	Esp. Par.	0.20	( m )
	d	0.16	( m )

### **EMPUJE DE AGUA:**

H agua	1.60	( m )
E	1280.00	( kg )
V	1280.00	( kg )
V <sub>p</sub>	7.68	( kg / cm <sup>2</sup> )
V <sub>c</sub>	1.41	( kg / cm <sup>2</sup> )
V <sub>c</sub>	<	V <sub>p</sub>

No problemas

Ma	1092.27	( kg - m )
	109226.67	( kg - cm )

b	100.00	( cm )
d	16.00	( cm )
Factor Mu	1.50	
Mu	163840.00	( kg - cm )
Cuan. Min	0.001500	
Cuan. Cal.	0.001728	
<b>As</b>	<b>2.77</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### **EMPUJE DEL SUELO:**

E	990	( kg )
V	990	( kg )

Vp	7.68	
Vc	1.09191176	
Vc	<	Vp

No problemas

Ma	660	( kg - m )
	66000	( kg - cm )
Factor Mu	1.5	
Mu	99000	( kg - cm )
b	100.00	( cm )
d	16.00	( cm )
Cuan. Min	0.001500	
Cuan. Cal.	0.001036	
<b>As</b>	<b>2.40</b>	<b>( cm2 )</b>

<b>As temp</b>	<b>3.2</b>	<b>( cm2 )</b>
<b>As por cara</b>	<b>1.6</b>	<b>( cm2 )</b>

### ARMADURA LOSA FONDO

Ancho	A	2.2	( m )
Largo	B	3.3	( m )

### ARMADURA INFERIOR

P	0.960	( T / ml )
Ma	0.528	( T-m / ml )
Mb	0.352	( T-m / ml )

Para Ma:	Factor Mu	1.5	
	Mu	144000.00	( kg - cm )
	b	100.00	( cm )
	d	16.00	( cm )
	Cuan. Min.	0.00330	
	Cuan. Cal.	0.00152	
	<b>As</b>	<b>5.28</b>	<b>( cm2 )</b>

Para Mb:	Factor Mu	1.5	
	Mu	52800.00	( kg - cm )
	b	100.00	( cm )
	d	16.00	( cm )
	Cuan. Min.	0.00330	
	Cuan. Cal.	0.00055	
	<b>As</b>	<b>5.28</b>	<b>( cm2 )</b>

### ARMADURA SUPERIOR

M	163840	( T-m / ml )
b	100	( cm )
d	16	( cm )
Cuan. Min.	0.0033	
Cuan. Cal.	0.0017	
<b>As</b>	<b>5.28</b>	<b>( cm2 )</b>

### Descarga 3:

A continuación se describe la manera de cálculo los tanques separadores de caudal, para su posterior disposición al sistema de alcantarillado El Tambo, Segunda Etapa.

### Separador de Caudales:

$$\text{Caudal Sanitario} = 5.33 \frac{l}{seg} = 19.08 \frac{m^3}{h}$$

$$\text{Caudal Pluvial} = 2408.71 \frac{l}{seg}$$

$$\text{Razón dilución} = 1:10$$

$$\text{Q sanitario diluido} = 53.33 \frac{l}{seg}$$

Los siguientes cálculos se basaran en tablas y ábacos para tuberías con sección llena.

Diámetro mínimo en separadores de caudal para alcantarillados combinados de gran pluviosidad:

$$\phi = 250 \text{ mm.}$$

$$J = 5.1 \frac{m}{km}$$

$$Q = 53.61 \frac{m^3}{s}$$

$$V = 1.09 \frac{m}{s}$$

Estamos asumiendo que la tubería en algún momento se ahogara, pero en ese instante no pasará mas caudal que el Q sanitario diluido. Si existe una carga adicional sobre la tubería de descarga del caudal sanitario diluido, no será muy excedente y no causara problemas en la red de alcantarillado posterior., porque las aguas excedentes se conducirán por la tubería de salida para el caudal pluvial.

A continuación se realiza el diseño estructural de este tanque:

### **DISEÑO** **ESTRUCTURAL**

DATOS:	f'c	210.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
	fy	4200.00	( kg / cm <sup>2</sup> )

ka	0.30	-
P. esp. L	1000.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
P. esp. S.	1650.00	( kg / cm <sup>2</sup> )
Altura	2.00	( m )

Esp. Par.	0.20	( m )
d	0.16	( m )

### **EMPUJE DE AGUA:**

H agua	1.70	( m )
E	1445.00	( kg )
V	1445.00	( kg )
Vp	7.68	( kg / cm <sup>2</sup> )
Vc	1.59	( kg / cm <sup>2</sup> )
Vc	<	Vp

No problemas

Ma	1392.02	( kg - m )
	139201.67	( kg - cm )

b	100.00	( cm )
d	16.00	( cm )
Factor Mu	1.50	
Mu	208802.50	( kg - cm )
Cuan. Min	0.001500	
Cuan. Cal.	0.002216	
<b>As</b>	<b>3.54</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### **EMPUJE DEL SUELO:**

E	990	( kg )
V	990	( kg )
Vp	7.68	
Vc	1.09191176	
Vc	<	Vp

No problemas

Ma	660	( kg - m )
	66000	( kg - cm )
Factor Mu	1.5	
Mu	99000	( kg - cm )
b	100.00	( cm )
d	16.00	( cm )
Cuan. Min	0.001500	
Cuan. Cal.	0.001036	
<b>As</b>	<b>2.40</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

<b>As temp</b>	<b>3.2</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>
<b>As por cara</b>	<b>1.6</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### **ARMADURA LOSA FONDO**

Ancho	A	2.2	( m )
Largo	B	3.3	( m )

### ARMADURA INFERIOR

P	0.960	( T / ml )
Ma	0.528	( T-m / ml )
Mb	0.352	( T-m / ml )

Para Ma:	Factor Mu	1.5	
	Mu	144000.00	( kg - cm )
	b	100.00	( cm )
	d	16.00	( cm )
	Cuan. Min.	0.00330	
	Cuan. Cal.	0.00152	
	<b>As</b>	<b>5.28</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

Para Mb:	Factor Mu	1.5	
	Mu	52800.00	( kg - cm )
	b	100.00	( cm )
	d	16.00	( cm )
	Cuan. Min.	0.00330	
	Cuan. Cal.	0.00055	
	<b>As</b>	<b>5.28</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

### ARMADURA SUPERIOR

M	208802.5	( T-m / ml )
b	100	( cm )
d	16	( cm )
Cuan. Min.	0.0033	
Cuan. Cal.	0.0022	
<b>As</b>	<b>5.28</b>	<b>( cm<sup>2</sup> )</b>

3.7.8 Planos de disposición de desechos líquidos.

VER PLANOS E-1, E-2, E-3, E-4.

## CAPITULO IV

### EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS AMBIENTALES:

##### 4.1.1 UBICACIÓN

La ciudadela El Tambo, Tercera Etapa está ubicada en el cantón Mejía, provincia de Pichincha con altitudes que varían entre los 3150 y 3500 m.s.n.m.,



con una temperatura media de 16°C y una pluviosidad media anual entre los 1500 y 1800mm.

#### 4.1.2 TOPOGRAFÍA

La topografía del sector varía entre pendientes maderables 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 de la E.M.A.A.P.

#### 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, 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 El Tambo, Primera y Segunda Etapa, su carpeta de rodadura está empedrada en un 70%, cuenta 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 El Tambo, Tercera 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 El Tambo, Tercera Etapa. (Mejía).

### 4.3.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN<sup>18</sup>

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

<sup>18</sup>CARVAJAL, Luis. Apuntes de la Materia de Impacto Ambiental, E.S.P.E. Facultad de Ingeniería Civil, Quito – Ecuador.

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

### 4.3.3 FACTORES AMBIENTALES<sup>19</sup>

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 “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 El Tambo, Tercera etapa 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.

---

<sup>19</sup>CARVAJAL, Luis. Apuntes de la Materia de Impacto Ambiental, E.S.P.E. Facultad de Ingeniería Civil, Quito – Ecuador.

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 provocaban 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 de la ciudadela El Tambo, Tercera Etapa 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 incentivaré 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 a la ciudadela El Tambo, Tercera Etapa.
- 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 Anexos IV. ( Matriz de Análisis de Impacto Ambiental).

## CAPITULO 5

### 5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

#### 5.1.1 Excavación de Zanjas

##### 5.1.1.1 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.

##### 5.1.1.2 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 m<sup>3</sup> 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.

#### 5.1.2 Excavación de zanjas en tierra en seco.

##### 5.1.2.1 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 tablonés. 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 m<sup>2</sup> y con aproximación de un decimal.

#### 5.1.3 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

#### 5.1.4 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 realizaran 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.

#### 5.1.5 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.

#### 5.1.6 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 relleno completo 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 apropiada 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 menor de 1.600 kg/cm<sup>3</sup>. 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 más 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 m<sup>3</sup>, 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.

#### 5.1.7 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.

#### 5.1.8 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/cm<sup>2</sup>. 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/cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup>.
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, inmersión 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 mentas 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 rellenado 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 rellenados 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.

#### 5.1.9 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.

## 5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 5.2.1 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.

### 5.2.2 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.

#### 5.2.2.1 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.

#### 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.

#### 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.

#### 5.2.2.4 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.

#### 5.2.2.5 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.

#### 5.2.2.6 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 VI

#### 6.1 PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

##### 6.1.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Se denomina como precio unitario a la remuneración o pago en moneda que el contratante deberá reconocer al contratista por unidad de obra y por concepto del trabajo que se ejecute.<sup>19</sup> La unidad de obra es la unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo para fines de medición y pago.<sup>40</sup> El precio unitario de un rubro toma en consideración:

- A. **COSTOS DIRECTOS:** Son todo aquellos producidos por los gastos de mano de obra, materiales, equipo y transporte, efectuados exclusivamente para la ejecución de un concepto de trabajo.
- B. **COSTOS INDIRECTOS:** Son todos aquellos gastos que se realizan para la ejecución de un proyecto que no han sido considerados como costo directo.

##### 6.1.1.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA POBLACIÓN EL TAMBO, TERCERA ETAPA.

Ver Anexo 5.1

#### 6.1.2 PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO COMBINADO DE LA POBLACIÓN EL TAMBO, TERCERA ETAPA.

Ver Anexo 5.2

#### 6.1.3 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

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

##### 6.1.3.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EL TAMBO, TERCERA ETAPA.

Ver Anexo 5.3

## CAPITULO VII

### 7.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1.1 CONCLUSIONES

- Es necesario que el Estado Ecuatoriano y las municipalidades tomen conciencia de los efectos colaterales de comunidades que en el siglo XXI no cuentan con los servicios básicos para alcanzar el desarrollo y por tanto una mejor calidad de vida.
- El sistema planteado, ha tomado en consideración el respeto al medio físico, desarrollándose de tal forma que coexista con el ambiente.
- Para desarrollar el presente sistema de alcantarillado se realizó un análisis de las características físicas, ambientales, naturales, socio – económicas que permitieron tomar decisiones adecuadas en cuanto a la elección del sistema.
- Se ha considerado 20 años como periodo de diseño adecuado para el sistema.
- El sistema de alcantarillado propuesto ha tomado en consideración normas técnicas determinadas por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (no brinda sus servicios a la fecha) además parámetros de mecánica de suelos, geología y en sus descargas.



- El sistema se desarrolla en tres etapas según el crecimiento de la población.
- El costo del proyecto es de 502.902,78 \$.

### 7.1.2 RECOMENDACIONES

- El presente estudio y diseño del Sistema de Alcantarillado para la ciudadela “El Tambo”, Tercera Etapa. Constituye un instrumento de desarrollo para la comunidad, por lo tanto debería en lo posible ser aplicado.
- No solamente los estudios de infraestructura deberían tener características de protección al ambiente sino también los interactuantes con este, esto es la población de la ciudadela “El Tambo”, Tercera Etapa.
- Evitar la desactualización del estudio y por tanto, los costos que implicará una nueva realización de éste.
- En el momento en que la Municipalidad ejecute el proyecto, tome en consideración lo estipulado en el estudio, así como también que sea aplicado de forma que no pierda vigencia.
- Tomar en consideración el desarrollo de una plan de desarrollo urbano que permita evitar el crecimiento en sitios a los que no puede llegar el sistema de infraestructura, de tal forma que se evite y prevenga costos innecesarios para la Municipalidad.
- Buscar el financiamiento a través de ONG(s) así como el BID, BEDE, GTZ, etc. para lograr concretar el sistema de alcantarillado.

### 7.1.3 BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, Miguel. Sistemas de Alcantarillado. Programa de Ingeniería Sanitaria. Escuela Politécnica del Ejército. Quito – Ecuador. 2003
- AROCHA, Simon. Cloacas y Drenajes, Teoría y Diseño. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. Caracas – Venezuela. 1983.
- Banco Interamericano de Desarrollo, Escuela Politécnica Nacional, Banco del Estado, Convenio de Capacitación BID – EPN – BEDE, Programa de Capacitación Municipal, Quito – Ecuador 1999.

- BUITRON, Carlos. Ampliación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Disposición de Desechos Líquidos de la Población de Angumba, de la cabecera cantonal de Tabacundo. Cantón Pedro Moncayo. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Civil. PUCE. 2003.
- BURBANO, Guillermo, Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería Civil, Quito 1993.
- CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO. Manual de costos en la Construcción. 2001
- CARVAJAL, Edgar. Apuntes de la Materia de Ingeniería Ambiental, Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería Civil., Quito – Ecuador.
- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito, Parámetros de Diseño para Sistemas de Alcantarillado, Quito – Ecuador 1999.
- FRANCO Rey Jorge, Nociones de Topografía, Cartografía y Geodesia.
- 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.
- LEON, Francisco. Tomado de Apuntes de Topografía, Ingeniería Civil. ESPE. Año 2003.
- METCALF&EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, vertido y reutilización. Tercera Edición. Editorial Mc. Graw Hill. 2001.

- OBRA CIVIL, Manual General. Departamento de Técnicos de Uralita. S.A. Madrid – España. 1987.
- RIVAS MIJARES G, Tratamiento de Aguas Residuales, Segunda Edición. Caracas – Venezuela.
- TORRES, Milton. Mecánica de Suelos I, Apuntes de Materia, Ingeniería Civil – ESPE. Año 2003.
- SAUER, Walter, Ing. Dr, Mapa Geológico del Ecuador, Editorial Universitaria.
- UNDA, Francisco. Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Pública. Segunda Edición. Mexico – México.
- TERENCE J MCGHEE, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Ingeniería Ambiental, Sexta Edición, Bogotá – Colombia.