



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

“DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA  
NUEVA CIUDAD EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE LOS  
BANCOS PROVINCIA DE PICHINCHA”

DIRECTOR:

ING. WILSON MONTENEGRO

AUTOR:

GABRIEL ALONSO GÁMEZ APARICIO

QUITO, 2012

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Gabriel Alonso Gámez Aparicio

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado “DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA NUEVA CIUDAD EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE LOS BANCOS PROVINCIA DE PICHINCHA” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Quito, Marzo del 2012

Gabriel Alonso Gámez Aparicio

**AUTOR**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**CERTIFICADO**

Ing. Wilson Montenegro

**CERTIFICA**

Que el trabajo titulado “DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA NUEVA CIUDAD EN EL CANTÓN SAN MIGUEL DE LOS BANCOS PROVINCIA DE PICHINCHA”, realizado por el señor Gabriel Alonso Gámez Aparicio, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador

Por lo expuesto anteriormente debo indicar que el trabajo de proyecto de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil ha sido elaborado, terminado y revisado satisfactoriamente de acuerdo al plan de proyecto de tesis propuesto y aprobado

Quito, Marzo del 2012

Ing. Wilson Montenegro.

**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

*Son muchas las emociones que desbordan de mi interior, ahora al haber alcanzado este sueño que vi muy lejano durante tanto tiempo, momentos felices y muy tristes también, en los que me sentí vencido y solo son ya parte del pasado, estas experiencias han forjado mi alma paso a paso y me han convertido en el hombre que soy. De una cosa si estoy seguro, sin la suma de esfuerzos que cada una de las personas que amo me ha dedicado, nada hubiese sido posible, gracias al creador por todas las bendiciones y por haberlos puesto a ustedes, mi amada familia, en mi camino.*

*Sebastián, hijo, la primera vez que te tuve en mis brazos fue el mejor momento de mi vida, no sabes cómo fue verte ahí, todo pequeño y arrugadito, con tus manitas pequeñitas, no sabes cuanta alegría me transmites al verte crecer, ver cómo vas aprendiendo y te vas convirtiendo en un hombrecito muy ordenadito y disciplinado, te amo hijo.*

*Sofía, hija, cuando te vi por primera vez supe que veía a la dueña de mi corazón, con tu carita de luna y tus ojos hermosos, disfruto cada una de tus ocurrencias y me encanta ver la tenacidad con la que haces cada cosa, esa manera particular que tienes para alcanzar todo lo que quieres, te amo hija.*

*Hijos, quiero dedicarles este logro, tomen en cuenta que siempre habrá buenos y malos momentos, lo importante siempre será encontrar el equilibrio, rodearse de personas que los amen, valoren, apoyen y nunca perder la fe, recuerden, definan su norte y así ninguna estrella estará lo suficientemente lejana....*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi madre, por nunca haber dejado de creer en mí, quiero que sepas que con tu ejemplo y dedicación has hecho posibles muchos sueños en tu hijo. Aunque lo niegues siempre hubo más arroz en mi plato, gracias por haber sido tu favorito.*

*A mi esposa, por dar todo sin esperar nada a cambio, gracias mi amor por apoyarme en los momentos difíciles y por darme tantos momentos felices, eres la persona que estuve esperando toda mi vida, le pido a dios que nos muestre siempre el camino que lleva a la felicidad y que nos permita compartir durante mucho tiempo, gracia por ser siempre tu.*

*A mi padre, por haber decidido dejar la tierra que te vio nacer y empezar desde cero, con un puñado de ilusiones y una familia auestas, este es un logro que quiero compartir contigo y quiero que sepas que ocupas en mi un lugar especial.*

*A mis hermanos, Anita, Marcelo, Edy, agradecerles todos los buenos momentos y el aguantarme los malos también, los amo y no olviden que ustedes son mi sangre, quiero compartir este logro con ustedes y recuerden siempre que llevamos una gran responsabilidad sobre nuestros hombros, nuestro apellido.*

*A mi Isaac, recuerda siempre que eres para mí un hijo y que siempre cuentas conmigo, quiero compartir sobre todo contigo el testimonio de este logro y transmitirte lo mismo que a Sebastián y Sofía, lo importante siempre será encontrar el equilibrio, rodearse de personas que los amen, valoren, apoyen y nunca perder la fe, recuerden, definan su norte y así ninguna estrella estará lo suficientemente lejana.*

*A toda mi familia mis Abuelos, tíos, sobrinos, en especial quiero compartir y dedicar este logro a mi tío Roberto y Virginia, gracias por haber nutrido mi niñez y juventud con experiencias inolvidables, nunca olvidaré esos días interminables de felicidad y el ejemplo que supieron darme, a mi Abuelita Alicia por haberme considerado como uno de sus nietos favoritos y haberme querido tanto durante tantos años.*

*A todos mis amigos sin excluir a ninguno, en especial a Vinicio y Fernando compañeros de aula, quienes hemos sorteado momentos duros, pero hemos llegado al fin a nuestra meta, a Verónica Cevallos por haber sido la luz en nuestro camino académico, a Jorge Martínez por el pan que puedo llevar a mi hogar y a todos mis amigos compañeros y demás, gracias por todo....*

## ***RESUMEN***

El trabajo investigativo se encuentra desarrollado en siete capítulos, en el capítulo inicial se realiza una breve descripción del incremento en la demanda de los sistemas de agua potable y alcantarillado. Determina el problema que se presenta en el cantón San Miguel de los Bancos por falta de un sistema de alcantarillado pluvial; define los objetivos generales y específicos del estudio; así como la hipótesis a defender a lo largo del desarrollo del estudio estableciendo la justificación y delimitación del proyecto.

En el segundo capítulo se describen algunas características de la zona de proyecto como son: la caracterización geográfica (ubicación, límites y superficie); la caracterización socio económica (población, actividades económicas y servicios básicos) y finalmente la caracterización de medio biótico (clima, calidad del aire, hidrología, geología, suelos, riesgos sísmicos, topografía en planimetría y altimetría).

En el tercer capítulo realiza propiamente el diseño del alcantarillado pluvial utilizando la información técnica primaria como son las bases de diseño (método racional, coeficiente de escurrimiento, áreas de aportación, periodo de diseño, periodo de retorno, tiempo de concentración, intensidad de precipitación) como la información técnica secundaria de las recomendaciones para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial (diámetros, velocidades, pendientes, profundidad hidráulica máxima, tuberías, accesorios, pozos y cajas de revisión) establecidos por la Empresa Pública metropolitana de Agua potable y saneamiento de la ciudad de Quito.

El cuarto capítulo implica a la evaluación de los impactos ambientales que pueden producirse al construir el sistema de alcantarillado pluvial, tomando en consideración las características físico-ambientales de la zona de proyecto (medio físico, aspectos bióticos, y aspectos socioeconómicos). Además el desarrollo de la metodología de evaluación en la identificación y evaluación de los impactos ambientales tanto en las fases de construcción, operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado pluvial, la ejecución de la Matriz causa-efecto y

finalmente la aplicación de las medidas de mitigación a este proyecto (medios físico como social).

En el quinto capítulo se describen las diferentes especificaciones técnicas de construcción como de los materiales que se deben cumplir rigurosamente y al pie de la letra en la construcción del sistema de alcantarillado pluvial por parte del Constructor y Fiscalizador. Cabe indicar que dichas especificaciones técnicas fueron desarrolladas y establecidas por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de la ciudad de Quito.

El sexto capítulo hace referencia a la elaboración de los presupuestos y programación de obras a determinarse en la construcción del sistema de alcantarillado pluvial en función de los componentes de precios unitarios, costos de los materiales y mano de obra calificada, análisis de precios unitarios, presupuesto general de la obra y finalmente el cronograma de ejecución de la misma.

Para concluir, en el ultimo capítulo se mencionan las conclusiones y recomendaciones, relacionadas con la implementación del diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

## Tabla de contenido

ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
CAPÍTULO I .....	1
GENERALIDADES .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3 FUNDAMENTOS DEL PROBLEMA.....	3
1.4 ALCANCE.....	4
1.5 OBJETIVOS .....	5
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.6 HIPÓTESIS.....	6
CAPÍTULO II.....	7
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE PROYECTO .....	7
2.1 CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	7
2.1.1 UBICACIÓN .....	7
2.1.2 LÍMITES.....	8
2.1.3 SUPERFICIE DEL ÁREA DE PROYECTO .....	8
2.2 CARACTERIZACIÓN SOCIO – ECONÓMICA.....	8
2.2.1 POBLACIÓN.....	8
2.2.2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS .....	9
2.2.3 SERVICIOS BÁSICOS.....	10
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO BIÓTICO.....	12
2.3.1 CLIMA.....	12
2.3.2 CALIDAD DEL AIRE.....	12
2.3.3 HIDROLOGÍA.....	13
2.3.4 GEOLOGÍA.....	13
2.3.5 SUELOS .....	13
2.3.6 RIESGO SÍSMICO.....	14
2.3.7 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS .....	14
CAPÍTULO III.....	16
DISEÑOS DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	16
3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL .....	16
3.1.1 OBJETIVO Y ALCANCE.....	16



3.1.2	DISPOSICIONES GENERALES.....	16
3.1.3	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS .....	16
3.1.4	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	17
3.1.5	BASES DE DISEÑO .....	18
3.1.6	HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO .....	26
CAPÍTULO IV.....		32
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....		32
4.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS AMBIENTALES .....	32
4.1	<b>MEDIO FÍSICO</b> .....	32
4.1.1	ASPECTOS BIÓTICOS .....	33
4.1.2	ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS .....	33
4.2	NECESIDADES DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	33
4.3	DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	34
4.3.1	BASES DE DISEÑO.....	34
4.3.2	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.....	34
4.3.3	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 39	
4.3.4	FACTORES AMBIENTALES .....	40
4.3.5	MATRIZ CAUSA – EFECTO.....	41
4.3.6	IMPACTOS POSITIVOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.....	42
4.3.7	IMPACTOS POSITIVOS DURANTE LA OPERACIÓN .....	42
4.3.8	IMPACTOS POSITIVOS EN EL MANTENIMIENTO .....	42
4.4	IMPACTOS NEGATIVOS.....	43
4.4.1	MEDIDAS PARA MITIGAR IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS DURANTE LA EJECUCIÓN.....	43
CAPÍTULO V.....		47
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES .....		47
5.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN.....	47
5.1.1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN.....	47
5.1.2	DESBROCE, LIMPIEZA Y DESBOSQUE.....	48
5.1.3	EXCAVACIONES.....	50
	DEFINICIÓN.....	50
5.1.4	RASANTEO DE ZANJAS .....	52
5.1.5	PROTECCIÓN Y ENTIBAMIENTO.....	53
5.1.6	RELLENOS .....	55

5.1.9	DE POZOS DE REVISIÓN.....	65
5.1.10	PROTECCIÓN Y BASE PARA TUBERÍAS Y POZOS.....	68
5.1.11	TRABAJOS FINALES.....	69
5.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES.....	70
5.2.1	HORMIGONES.....	70
5.2.2	ACERO DE REFUERZO.....	77
5.2.3	MORTEROS.....	78
5.2.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PLÁSTICA PVC.....	80
5.2.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PLÁSTICA PVC DE DESAGÜE.....	87
5.2.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS PVC.....	89
5.2.7	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN.....	90
5.2.8	TAPAS Y CERCOS.....	91
5.2.9	EMPATES.....	92
5.2.10	SUMIDEROS DE CALZADA.....	94
CAPÍTULO VI.....		96
PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS.....		96
6.1	PRESUPUESTO.....	96
6.1.1	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	97
	Materiales (A).....	98
	Maquinarias Y Herramientas (B).....	98
	Mano De Obra (C).....	98
	Transporte (D).....	99
6.1.2	COSTO DIRECTO.....	99
6.1.3	COSTO INDIRECTO.....	100
6.1.4	CRONOGRAMA.....	102
CAPÍTULO VII.....		104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		104
7.1	CONCLUSIONES.....	104
7.2	RECOMENDACIONES.....	105
BIBLIOGRAFÍA.....		106

*ÍNDICE DE GRÁFICOS*

*GRAFICO N° 1, Mapa de climas del ecuador. ....11*

*GRAFICO N° 2, Mapa de zonas sísmicas del Ecuador. ....22*

*GRAFICO N° 3, Pozos de hormigón.....91*

*GRAFICO N° 4, Tapa de hormigón tipo..... 92*

## **ÍNDICE DE CUADROS**

<i>CUADRO N° 1, Hipótesis planteadas para el proyecto. ....</i>	<i>13</i>
<i>CUADRO N° 2, Población de San Miguel de los Bancos.....</i>	<i>16</i>
<i>CUADRO N° 3, Establecimientos educativos San Miguel de los Bancos.....</i>	<i>18</i>
<i>CUADRO N° 4, Valores del factor Z para zonas sísmicas en Ecuador.....</i>	<i>22</i>
<i>CUADRO N° 5, Justificación del coeficiente de escurrimiento C.....</i>	<i>29</i>
<i>CUADRO N° 6, Aspectos ambientales de construcción.....</i>	<i>56</i>
<i>CUADRO N° 7, Aspectos ambientales de operación.....</i>	<i>56</i>
<i>CUADRO N° 8, Aspectos ambientales de mantenimiento. ....</i>	<i>57</i>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<i>TABLA N° 1, Valores del parámetro C según el tipo de superficie. ....</i>	<i>29</i>
<i>TABLA N° 2, Periodos de retorno para diferentes ocupaciones del área.....</i>	<i>32</i>
<i>TABLA N° 3, Coeficiente de rugosidad para diferentes tipos de materiales.....</i>	<i>37</i>
<i>TABLA N° 4, Velocidades máximas permitidas en tuberías. ....</i>	<i>41</i>

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

La concentración de los conglomerados humanos específicamente en áreas urbanas, ha traído consigo cambios en los hábitos de consumo, y en medida que se han mejorado los niveles de vida en la población ha aumentado la demanda de servicios básicos y de igual manera han proliferado factores que contaminan en el medio ambiente y por ende el deterioro de los recursos naturales.

La cobertura de agua potable y saneamiento en el país ha aumentado considerablemente en los últimos años; sin embargo, el sector se caracteriza por los bajos niveles de cobertura, especialmente en áreas rurales, pobre calidad y eficiencia del servicio, una limitada recuperación de costos y un alto nivel de dependencia en las transferencias financieras de los gobiernos nacionales y seccionales; es más, existe una superposición de responsabilidades, tanto en el gobierno nacional como en los distintos niveles gubernamentales.

Para la recolección y disposición de las aguas lluvia, en la actualidad se cuenta con tecnologías que permiten la captación, conducción y disposición de las mismas mediante la implementación de complejos sistemas de ingeniería. La construcción de edificios, casas, calles, estacionamientos y otros aspectos urbanísticos modifican el entorno natural en que habita el hombre y tiene como algunas de sus tantas consecuencias, la creación de superficies poco permeables la

cuales favorecen a la presencia de una mayor cantidad de agua sobre el terreno y la eliminación de los cauces de las corrientes naturales lo cual reduce la capacidad de desalojo de las aguas pluviales.

Los problemas de salud que aquejan a un alto porcentaje de la población ecuatoriana, son de origen hídrico y se deben a las bajas coberturas de obras de infraestructura sanitaria. Pues una vez que las aguas son empleadas en las múltiples actividades humanas, son contaminadas con desechos orgánicos, inorgánicos y bacterias patógenas. Después de cierto tiempo, la materia orgánica contenida en el agua se descompone y produce gases con olor desagradable. Es así que las bacterias existentes en el agua causan enfermedades bacterianas y sus derivados; por lo que la disposición o eliminación de las aguas de desecho o residuales debe ser atendida para evitar problemas de tipo sanitario

La comunidad de San Miguel de los Bancos no está aislada de los problemas mundiales y locales, pues, conforme aumenta su población se incrementa la producción de aguas servidas, y si a esto sumamos la descarga de las aguas lluvias sin un adecuado manejo, hace que se considere necesario el estudio y la construcción de obras civiles que permita trasladar y descargar el fluido, y en condiciones que impidan la contaminación de los cuerpos receptores.

## **1.2 IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

San Miguel de los Bancos, ciudad ubicada al noroccidente de Pichincha, por su acelerado y desordenado crecimiento ha construido obras con limitada planificación, y su avance ha sido dependiente de los recursos que año a año las autoridades han destinado a este fin.

Es importante recalcar que el clima de la zona es “Tropical lluvioso” producto de su ubicación geográfica, altitud, dirección de los vientos, evaporación, haciendo que el aporte pluvial juegue un papel preponderante en el comportamiento del alcantarillado local.

Las constantes inundaciones son parte del diario vivir en la comunidad, motivo por el cual la población se queja del funcionamiento del sistema de alcantarillado, el cual no satisface las necesidades básicas incrementando de esta manera los problemas sociales y sanitarios en la zona de San Miguel de los Bancos.

Existen ocho subsistemas de alcantarillado, a manera de pequeñas redes aisladas, que descargan hacia los esteros contiguos que se vinculan con las cuencas hidrográficas de los ríos Pizará, Caoni y Blanco, los mismos que colapsan constantemente con el aporte pluvial e incrementan la contaminación del entorno.

### **1.3 FUNDAMENTOS DEL PROBLEMA**

Los sistemas de alcantarillado modernos son clasificados como sanitarios cuando conducen solo aguas residuales; pluviales cuando transportan únicamente aguas producto del escurrimiento superficial del agua de lluvia y combinados cuando llevan los dos tipos de aguas, es decir aguas residuales y pluviales.

En la actualidad el sistema de alcantarillado en San Miguel de los Bancos es de tipo combinado, razón por la cual la Municipalidad no ejecuta una eficiente depuración de aguas, debido al caudal combinado excesivo que incrementa los costos de tratamiento, existiendo de esta manera demandas por parte de los Municipios que se encuentran aguas abajo. Por otro lado, se ha constatado que varios lotes están ubicados en el cauce mismo de quebradas ríos y esteros existentes, incrementado los peligros de inundaciones para la población y los efectos negativos que provocan al medio ambiente local.

Aquí surge la conveniencia de los sistemas separados, pues los volúmenes de aguas pluviales son muy superiores a los correspondientes de aguas residuales en proporción de 50 a 200 veces o más. Así, una planta de tratamiento es más económica si solo se encarga de tratar aguas residuales de cierto tipo.



## 1.4 ALCANCE

El área en estudio corresponde al sector de la Nueva Ciudad de San Miguel de los Bancos, que se encuentra en la cabecera cantonal, con una superficie actual de 13.5 Hectáreas.

Su ubicación geográfica y cota están definidas de la siguiente manera<sup>1</sup>:

Longitud: 78° 53' 24"

Latitud: 00° 01' 00"

Cota promedio 1060 m.s.n.m



**GRAFICO N° 1**, Mapa de climas del Ecuador  
**FUENTE:** Instituto Geográfico Militar  
**ELABORADO:** Departamento de estudios IGM.

<sup>1</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (CARTA TOPOGRÁFICA, MAPA DE CLIMAS)

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar el diseño del alcantarillado pluvial para la Nueva Ciudad de los Bancos, perteneciente al cantón San Miguel de los Bancos provincia de Pichincha, ajustado a la realidad, permitiendo mejorar las condiciones de vida de la población y por ende lograr la optimización de los recursos económicos

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar las principales características del Cantón San Miguel de los Bancos mediante la recopilación y levantamiento de información.
- ✓ Analizar las curvas de precipitación y áreas de aportación que servirán para la determinación del caudal de diseño
- ✓ Diseñar la red pluvial y sus componentes mediante el uso adecuado de técnicas recomendadas de ingeniería.
- ✓ Determinar mediante el estudio de Impacto Ambiental los efectos negativos que pudieran ocasionarse y buscar las soluciones adecuadas para reducir los efectos negativos.
- ✓ Realizar el cálculo del presupuesto de obra para de esta manera determinar óptimos costos de construcción.
- ✓ Proponer a la comunidad el diseño del alcantarillado pluvial contribuyendo de esta manera con el desarrollo social de San Miguel de los Bancos.

## 1.6 HIPÓTESIS

<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>METODOLOGÍA/ TÉCNICAS</b>
<p>El diseño del alcantarillado pluvial contribuirá con el mejoramiento de las condiciones de vida actuales de la población así como permitirá, la optimización de recursos y el mejoramiento de las condiciones ambientales de la población</p>	<p><b>Variable dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Optimización del sistema de tratamiento y disposición de aguas</li> <li>✓ Mejoramiento de la salud mediante la eliminación de inundaciones.</li> <li>✓ Reducir el impacto ambiental mediante la optimización de los sistemas.</li> <li>✓ Disminución los costos operativos mediante la separación de fluidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Disminución de los costos operativos</li> <li>✓ Reducción de los tiempos de depuración y tratamiento de las aguas servidas.</li> <li>✓ Calidad total en el desempeño del sistema de alcantarillado</li> </ul>	<p><b>Metodología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Investigación</li> <li>✓ Inducción</li> <li>✓ Dedución</li> <li>✓ Análisis</li> <li>✓ Estadística</li> </ul> <p><b>Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observación</li> <li>✓ Encuestas</li> <li>✓ Entrevistas</li> </ul>
	<p><b>Variable independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recopilación y análisis de información.</li> <li>✓ Diseño de los sistemas de alcantarillado pluvial.</li> <li>✓ Implementación del estudio de impacto ambiental.</li> <li>✓ Ejecución del estudio económico del sistema.</li> </ul>		

**CUADRO N° 1** Hipótesis planteadas para el proyecto  
**ELABORADO** Gabriel Gámez.  
**FUENTE:** Gabriel Gámez.

## **CAPÍTULO II**

### **CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE PROYECTO<sup>2</sup>**

El área de proyecto corresponde al sector denominado la Nueva Ciudad de los Bancos, ubicada en el área urbana de la cabecera cantonal del cantón San Miguel de los Bancos, al noroeste de la provincia de Pichincha, la información que a continuación se detalla fue proporcionada por la Ilustre Municipalidad de San Miguel de los Bancos.

#### **2.1 CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA.**

##### **2.1.1 UBICACIÓN**

San Miguel de los Bancos está ubicada en una zona de transición entre la costa y sierra ecuatoriana, en una meseta de la cordillera occidental de los Andes, políticamente pertenece a la provincia de Pichincha, ubicándose a 94.0 Km. de la ciudad de QUITO

Su ubicación geográfica y cota están definidas por las siguientes coordenadas ATM, tomadas de la carta IGM, SAN MIGUEL DE LOS BANCOS CAT – Ñ II – E3, 3894 – III Serie J 721, como se resume a continuación:

---

<sup>2</sup> ING. PATRICIO TOBAR, DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO SAN MIGUEL DE LOS BANCOS.

Longitud: 734.550 m E (78° 53' 24") W  
Latitud: 0003.100 m N (00° 01' 00") N  
Cota media: 1060 m.s.n.m.  
Cuenca Hidrográfica: 080 Río Esmeraldas

### **2.1.2 LÍMITES**

La Nueva Ciudad de San Miguel de los Bancos está limitada de la siguiente forma:

**Norte:** Estero Caoní  
**Sur:** Estero San Patricio  
**Oriente:** Área verde municipal.  
**Occidente:** Escuela San Patricio

### **2.1.3 SUPERFICIE DEL ÁREA DE PROYECTO**

El levantamiento topográfico efectuado determinó que el área de proyecto es de 7464.00 m<sup>2</sup>, la misma que presenta considerables depresiones en su interior y leves inclinaciones en su zona perimetral

## **2.2 CARACTERIZACIÓN SOCIO – ECONÓMICA**

### **2.2.1 POBLACIÓN**

Los datos oficiales entregados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), que se encuentran vigentes son los del censo de población realizado en el 2001 y nos muestran los siguientes resultados.

PARROQUIA	TOTAL		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
San Miguel de los Bancos	3.048	1.561	1.487
Periferia	5.240	2.852	2.388
Parroquias Rurales	2.429	1.243	1.186

**CUADRO N° 2** Población de San Miguel de los Bancos  
**FUENTE:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos  
**ELABORADO:** Gabriel Gámez

## 2.2.2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

### ✓ **Agricultura y ganadería.**

Estas dos actividades, son básicas para el sustento de la población y las transacciones comerciales, los pobladores se dedican a las actividades relacionadas con la agricultura y ganadería, en un porcentaje del 65% del total de la PEA.

### ✓ **Comercio.**

Esta actividad económica está vinculada a la comercialización de productos agrícolas, ganaderos, así como a los insumos requeridos para su productividad a la cual se dedican el 25% de la PEA.

### ✓ **Industria Manufacturera.**

Se centra en la confección de ropa y en la industria de transformación como son: la elaboración de productos lácteos: quesos y yogurt, estableciendo que apenas el 1 % se dedican a las actividades antes mencionadas.

### ✓ **Turismo.**

En la ciudad no se cuenta con infraestructura hotelera adecuada, pero en las zonas periféricas si, debido a la influencia de la parroquia Mindo, la cual es altamente

turística, esta actividad es ejecutada por el 5% de la PEA.

✓ **Construcción.**

Esta actividad ocupa un destacado lugar, este sector en los últimos años ha tenido un gran desarrollo, como lo demuestran las edificaciones superiores a dos plantas que existen en el centro de la ciudad, a esta actividad se dedica el 3,13 % de la población.

✓ **Servicios.**

En esta actividad de servicios comunales-sociales se encuentra el sector público. San Miguel de los Bancos por ser cabecera cantonal, ha registrado incrementos en la población económicamente activa de este sector, llegando a ocupar el 20,10%.

✓ **Varios.**

Actividades como electricidad, gas, agua, transporte, almacenamiento, comunicaciones, establecimientos financieros, actividades no especificadas y trabajadores nuevos, representan en el sector urbano del cantón un notable desarrollo, con un 7,07 %.

### **2.2.3 SERVICIOS BÁSICOS.**

✓ **Educación.**

La ciudad de San Miguel de los Bancos dispone de establecimientos educativos de nivel pre primario, primario y secundario, el alumnado no solo pertenece a la ciudad sino también a sectores aledaños o periféricos de la cabecera cantonal.

<b>Nombre del Establecimiento</b>	<b>Nro. Alumnos</b>	<b>Nro. Profesores</b>
Jardín Fiscal Nueva Delhi	60	4
Escuela Nueva Delhi Colegio Nacional San Miguel de los Bancos	800	60
Escuela y Colegio Fe y Alegría	450	30
Centro Artesanal Santa María	30	4
Colégio a distancia Hermano Miguel	160	8
Colegio a distancia Monseñor Leónidas Proaño	100	8
<b>Total</b>	<b>1600</b>	<b>114</b>

**CUADRO N° 3** Establecimientos educativos San Miguel de los Bancos

**FUENTE:** Municipio de San Miguel de los Bancos

**ELABORADO:** Gabriel Gámez

✓ **Salud.**

Existe un subcentro de salud que atiende alrededor del 80% de la ciudadanía. La atención se limita a medicina general y existe solo una sala de maternidad.

✓ **Energía eléctrica.**

La ciudad dispone de fluido eléctrico las 24 horas del día, ya que se encuentra integrada al sistema nacional interconectado. La Empresa Eléctrica Quito S. A es responsable del servicio.

✓ **Servicio telefónico.**

La entidad que administra el servicio de teléfonos es ANDINATEL, contando al momento con 208 abonados, actualmente se está ampliando el servicio. En lo que respecta a la telefonía celular tres empresas cumplen el servicio: Movistar, Porta y Allegro.

✓ **Establecimientos públicos y privados.**

Banco Nacional de Fomento, Empresa Eléctrica, Centro Agrícola los Bancos, Consejo Provincial de Pichincha, Municipio San Miguel de los Bancos, Patronato



Municipal San Miguel de los Bancos ,Centro de Salud Los Bancos, Notaría, Juzgado de lo Civil, Banco Pichincha, Cooperativa de Ahorro y Cerdito San Miguel de los Bancos, CCF (Fondo Cristiano para niños), AENPIDEC, Fundación Alternativa.

✓ **Transporte.**

Este servicio se caracteriza por la cobertura que realizan las líneas de destino interprovincial e intercantonal, que cruzan la ciudad de San Miguel de los Bancos como paso obligado para dirigirse hacia Quito o hacia Esmeraldas.

## **2.3 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO BIÓTICO.**

### **2.3.1 CLIMA.**

Debido a su ubicación, altitud, dirección de los vientos y evaporación el clima de la zona es tropical lluvioso, con una humedad promedio del 95% y una temperatura de 16 a 22 grados centígrados, motivo por el cual se observa con frecuencia la formación de neblina.

### **2.3.2 CALIDAD DEL AIRE**

A pesar de no contar con estudios específicos se aprecia que el aire de San Miguel de los Bancos es de buena calidad, se puede estimar que la contaminación aun no supera los rangos permitidos, debido a la ausencia de industrias, al bajo transito de automotores y a la ausencia de obras de magnitud que utilicen derivados de petróleo La contaminación que se observa se debe al polvo que se levanta en las calles lastradas, en el área poblada, por acción de los vientos en la época de verano.

### **2.3.3 HIDROLOGÍA**

Uno de los principales recursos de San Miguel de Los Bancos es el hídrico, en su territorio se originan un sin número de riachuelos y pequeñas vertientes que dan paso a ríos de considerable tamaño como por ejemplo nacen varios afluentes que forman el Río Blanco, además el Río Caoní, Pachijal y Pitzara.

### **2.3.4 GEOLOGÍA<sup>3</sup>**

El área de San Miguel de los Bancos está compuesta por dos zonas litológicas, la cordillera occidental formada por rocas vulcano - sedimentarias y la zona costanera, constituida por una cuenca de flujos piro clásticos cubiertos además por bancos de ceniza volcánica los cuales forman grandes planicies fáciles de distinguir por su topografía. Estudios han determinado que los depósitos de esta formación son el producto del depósito fluvial, con aportes de avalanchas de productos piro clásticos y acumulaciones eólicas.

### **2.3.5 SUELOS**

El suelo de la zona se caracteriza por ser rico en materia orgánica, poroso y disgregable, en el cual la saturación base es menor al 40%, Este suelo es de alto contenido de materia orgánica y considerable cantidad de nitrógeno. Este nivel en los suelos vírgenes es óptimo, pero decrece rápidamente por erosión debido a la exposición al medio ambiente producida la eliminación de la vegetación arbórea original.

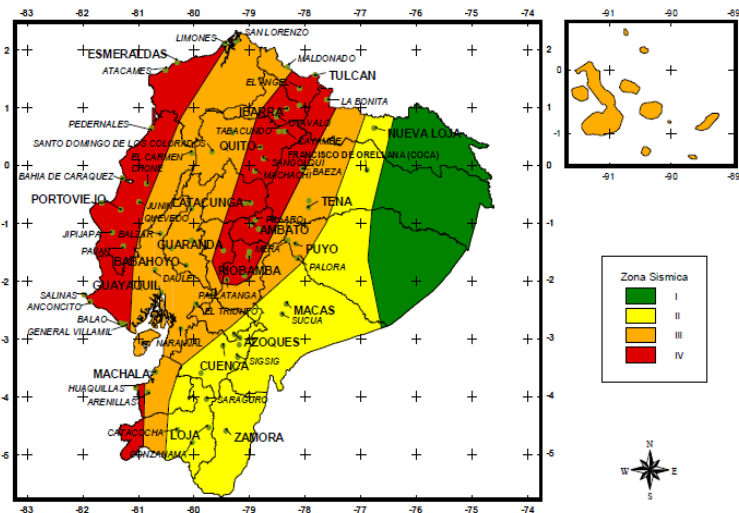
El riesgo de erosión por escurrimiento en este tipo de suelos es un factor importante a tomar en cuenta cuando se van a ejecutar obras civiles, este riesgo aumenta en las regiones más húmedas y se hace todavía mayor cuando además se trata de pendientes fuertes.

---

<sup>3</sup> ING. GASTÓN PROAÑO, INFORME GEOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO TALALÁ.

### 2.3.6 RIESGO SÍSMICO<sup>4</sup>

De acuerdo con el mapa sísmico del Ecuador y el Código Ecuatoriano de la Construcción el área se encuentra dentro de una zona sísmica con factor de zona  $Z=0.3$



**GRAFICO N° 2.** Mapa de zonas sísmicas del Ecuador  
**FUENTE:** Código Ecuatoriano de la Construcción  
**ELABORADO:** Gabriel Gámez

ZONAS SÍSMICAS	I	II	III	IV
VALOR DE FACTOR Z	0.15	0.25	0.30	0.40

**CUADRO N° 4** Valores del factor Z para zonas sísmicas en Ecuador.  
**FUENTE:** Código Ecuatoriano de la Construcción  
**ELABORADO:** Gabriel Gámez

La provincia de Pichincha, cantón San Miguel de los Bancos pertenece a la zona **3**, por lo tanto el factor Z sería de **0.3**.

### 2.3.7 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS<sup>5</sup>

El estudio topográfico realizado nos brinda parámetros que dan características especiales a cada área de proyecto, en nuestro caso los resultados obtenidos son

<sup>4</sup> CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN

<sup>5</sup> REVISAR EL ANEXO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

los que se exponen de manera detallada en el anexo que contiene la planimetría y altimetría.

### **2.3.7.1 PLANIMETRÍA DEL ÁREA DE PROYECTO**

La Planimetría de la zona fue previamente entregada por la Municipalidad de San Miguel de los Bancos, con la cual se deberá replantear los ejes viales, con el fin de obtener las manzanas del proyecto y posteriormente levantar la faja topográfica.

La planimetría de la Urbanización esta representa en lotes rectangulares semejantes y ordenados, de tal manera que se establecen en manzanas de forma regular.

### **2.3.7.2 ALTIMETRÍA DEL ÁREA DE PROYECTO**

Una vez levantada el área, se implantó el eje en el papel, distribuyéndolo cada 10 metros para posteriormente replantear en campo y realizar la respectiva nivelación

- ✓ Se realizo el levantamiento de la zona con la estación total M3 marca Trimble.
- ✓ Se ubico estaciones con coordenadas reales.
- ✓ Se procedió a implantar la planimetría del proyecto para su posterior localización y abscisado del eje en el papel.
- ✓ Se replantearon todos los ejes de las vías cada 10.00 metros.
- ✓ Se levantó cada punto abscisado con la misma estación total.
- ✓ Con los datos obtenidos de cota, este, norte, descripción se procedió a dibujar el eje mediante la utilización de programa Land Desktop.
- ✓ Finalmente se dibujo en gabinete los ejes de las vías
- ✓ Los perfiles se dibujaron en escala V:1:1000 H:1:100

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑOS DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL<sup>6</sup>**

#### **3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

##### **3.1.1 OBJETIVO Y ALCANCE**

Establecer las bases de diseño, y considerar las recomendaciones hidráulicas según especificaciones para el cálculo del alcantarillado pluvial.

##### **3.1.2 DISPOSICIONES GENERALES**

Se diseñó el alcantarillado pluvial de esta urbanización para la recolección, transporte y la descarga de las aguas lluvia en puntos adecuados para las descargas teniendo en cuenta todos los impactos ambientales que podrían producir.

Esta recolección y transporte se realizara utilizando una serie de tuberías y elementos complementarios los mismos que fueron dimensionados de acuerdo con las normas especificas para que la función de ellos sea satisfactoria.

##### **3.1.3 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS**

Son el conjunto de normas empleadas en el diseño de sistemas de alcantarillado

---

<sup>6</sup> LOS RESULTADOS SE EXPONEN EN EL ANEXO DE CÁLCULO QUE CONTIENE EL DISEÑO PLUVIAL

para zonas urbanas y rurales las cuales incluyen normas sobre bases de diseño, red de tuberías y colectores, diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, diseño de sistemas de alcantarillado pluvial, diseño de sistemas de alcantarillado combinado.

### **3.1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

Como consta en los planos, y en base a la topografía del terreno a ser considerado en el diseño, se proyectan tres ramales, dos de ellos descargan al estero denominado Caoní y uno descarga en el estero San Patricio.

Ramal 1: Arranca del pozo 28 ubicado en la calle número 1, se dirige por su pendiente en sentido oeste, su descarga está en el estero San Patricio, desde el pozo 23 hasta la descarga.

Ramal 2: Inicia en el pozo 22, ubicado en la calle 8, al sur oeste del proyecto, abarca todo el centro norte del proyecto y culmina en el estero Caoní desde el pozo 3 hacia la obra de descarga.

Ramal 3: Parte del pozo 14 en sentido sur por la calle 10 captando parte del aporte pluvial de la zona noroccidental del proyecto, culmina su recorrido en el pozo 8, en donde llega al estero Caoní mediante la obra de descarga

Por su capacidad hidráulica y velocidades altas dadas por sus grandes pendientes, las cuales se pueden evidenciar en los perfiles anexos, se propone para los tres ramales una estructura de descarga tipo cuyos datos fueron proporcionados por el departamento de estudios de la EPMAPS-Q, la misma que está compuesta por un canal de hormigón armado de dimensiones variables que pueden llegar a sección de hasta 2,50 m en la descarga mencionada, la misma que no es parte del presente estudio, pero se presenta la propuesta de una descarga tipo para futuras referencias constructivas.

### 3.1.5 BASES DE DISEÑO<sup>7</sup>

Un sistema de alcantarillado pluvial está constituido para su diseño por el caudal de escorrentía pluvial.

$$Q_{diseño} = Q_{pluvial}$$

La aportación de aguas lluvias se determinara mediante el Método racional, el cual es aplicable a superficies de hasta 200 Ha.

#### 3.1.5.1 MÉTODO RACIONAL

El método racional es un procedimiento de cálculo frecuentemente utilizado en el mundo para estimar caudales en cuencas pequeñas, menores a 200Ha. Su uso ha permitido recolectar gran cantidad de información a nivel mundial, respecto de los valores numéricos de los coeficientes involucrados en la ecuación que se utiliza en éste método y que a continuación se describe:

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

Donde:

*Q* = caudal en l/seg.

*C* = coeficiente de escurrimiento

*A* = área de drenaje en hectáreas.

*I* = intensidad de lluvia en mm/hora.

---

<sup>7</sup> NORMAS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO, EPMAPS-Q

### 3.1.5.2 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)

El coeficiente de escurrimiento, relaciona la diferencia entre el volumen inicial de precipitaciones que caen sobre una cuenca con la retención superficial e infiltración de la lluvia.

Para su selección se consideraron las características físicas de la cuenca como son la permeabilidad del suelo, la cobertura vegetal, y la capacidad de almacenaje de agua. Para el efecto la EPMAPS-Q recomienda utilizar diferentes tipos de coeficiente C, y su valor se ha ponderado en función de las condiciones existentes, como a continuación se indica:

Zona destinada a :	Área parcial Ha	Coficiente C (parcial) Tabla 5.3.7.2.b (EPMAPS-Q)	AxC
<b>LOTES</b>			
70% construcción	2.14	0.83	1.78
30% Área verde (J promedio del 2 - 7%)	0.93	0.43	0.4
<b>VÍAS</b>			
70% Adoquinado	1.47	0.81	1.19
30% Asfaltado	0.63	0.81	0.51
<b>ÁREA VERDE</b>			
Plano 0-2% (8%)	0.16	0.3	0.05
Promedio 2 - 7% (42%)	0.79	0.38	0.3
Pendiente superior a 7% (50%)	0.94	0.42	0.39
	7.06		<b>0.65</b>

**CUADRO N° 5** Justificación del coeficiente de escurrimiento C.

**FUENTE:** EPMAPS-Q

**ELABORADO:** Gabriel Gámez

***Coficiente de escurrimiento C asumido = 0,65***



Los valores de los coeficientes de escurrimiento parciales fueron tomados de la tabla 5.3.7.2 (b) de la EPMAPS-Q la cual se muestra a continuación:

TABLA N° 5.3.7.2 (b) VALORES USADOS PARA DETERMINAR UN COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE			
Descripción del área	Período de retorno (años)		
	2	5	10
Asfáltico	0,73	0,77	0,81
Concreto / techo	0,75	0,80	0,83
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc) cubierta de pasto el 50% del área</i>			
Plano 0-2 %	0,32	0,34	0,37
Promedio 2- 7%	0,37	0,40	0,43
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc) cubierta de pasto del 50 al 75% del área</i>			
Plano 0-2 %	0,25	0,28	0,30
Promedio 2- 7%	0,33	0,36	0,38
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc) cubierta de pasto mayor al 75% del área</i>			
Plano 0-2 %	0,21	0,23	0,25
Promedio 2- 7%	0,29	0,32	0,35
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40
<i>Área de cultivos</i>			
Plano 0-2 %	0,31	0,34	0,36
Promedio 2- 7%	0,35	0,36	0,38
Pendiente superior a 7%	0,39	0,42	0,44
<i>Pastizales</i>			
Plano 0-2 %	0,25	0,28	0,30
Promedio 2- 7%	0,33	0,36	0,38
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42
<i>Bosques</i>			
Plano 0-2 %	0,22	0,25	0,28
Promedio 2- 7%	0,31	0,34	0,36
Pendiente superior a 7%	0,35	0,39	0,41

**TABLA N° 1.** Valores del parámetro C según el tipo de superficie  
**FUENTE:** EPMAPS-Q  
**ELABORADO:** Departamento de estudios, EPMAPS-Q.

### **3.1.5.3 ÁREAS DE APORTACIÓN**

El término “área de aportación” correspondiente a un determinado punto de la localidad a servir con un sistema de drenaje pluvial, se define como el área geográfica encerrada por los límites de aporte superficial del escurrimiento proveniente de la precipitación pluvial.

Para las áreas de aportación se ha considerado la zona de estudio de la Nueva Ciudad de San Miguel de los Bancos. Cabe mencionar que los diseños tienen como objetivo la recolección, conducción y disposición del aporte pluvial correspondiente a la zona en mención.

Para el trazado de las áreas de drenaje se formaron diagonales entre los pozos de revisión, las cuales se dividieron en rectángulos formados en dos mitades por los lados menores y luego se trazaron rectas inclinadas a 45°, teniendo como base los lados menores para formar triángulos y trapecios como áreas de drenaje.

### ***ÁREAS DE DRENAJE***

El área total de aportación a estos colectores llega 7.46 Ha, desglosados de la siguiente manera:

- ✓ Ramal 1 = 2.38 Ha,
- ✓ Ramal 2 = 2.87 Ha
- ✓ Ramal 3 = 2.22 Ha

### **3.1.5.4 PERÍODO DE DISEÑO**

Es el tiempo durante el cual una obra de infraestructura sanitaria debe diseñarse para que puedan funcionar satisfactoriamente, sin necesidad de ampliaciones que modifiquen el tamaño de la obra

Según las recomendaciones indicadas por la EPMAPS-Q en sus normas de diseño para alcantarillado, en las cuales se hacen consideraciones particulares para obras de macro y micro drenaje, se indica que la recurrencia mínima de estas será de 25 años.

Debido a la situación económica del país, a la dificultad y escases de financiamiento en las obras para el sector de San Miguel de los Bancos, difícilmente estas se pueden ejecutar por etapas, ya que corren el riesgo de quedar inconclusas, por lo que se diseñó considerando la recomendación mínima para el diseño de alcantarillado de la EPMAPS-Q, es decir se adoptaron 25 años de vida útil.

*Período de diseño adoptado = n = 25 años*

#### **3.1.5.5 PERIODO DE RETORNO (T)**

El período de retorno, generalmente expresado en años, puede ser entendido como el número de años en que estadísticamente se espera que mediante se repita un cierto caudal, o un caudal mayor.

Asumiendo que los eventos naturales son esencialmente aleatorios, tal es el caso de los caudales o de las precipitaciones, debe tenerse bien en claro que, por ejemplo, un evento de período de retorno decenal, ocurre en promedio una vez cada diez años en el largo plazo. Dado que en áreas urbanas generalmente no se dispone de series de caudales observados con suficiente calidad y cantidad de datos, es necesario recurrir a parámetros ya definidos, en nuestro caso adoptaremos los datos de periodos de retorno mínimos para diferentes ocupaciones del área, de las normas de diseño para sistemas de alcantarillado EPMAPS-Q resumidas en la tabla 5.3.1.1.

TABLA N° 5.3.1.1 PERÍODOS DE RETORNO PARA DIFERENTES OCUPACIONES DEL ÁREA		
Tipo de obra	Tipo de ocupación del área de influencia de la obra	Tr (años)
Micro drenaje	Residencial	5
Micro drenaje	Comercial	5
Micro drenaje	Área con edificios de servicio público	5
Micro drenaje	Aeropuertos	10
Micro drenaje	Áreas comerciales y vías de tránsito intenso	10 - 25
Micro drenaje	Áreas comerciales y residenciales	25
Micro drenaje	Áreas de importancia específica	50 - 100

**TABLA N° 2** Períodos de retorno para diferentes ocupaciones del área.

**FUENTE:** EPMAPS-Q

**ELABORADO:** Departamento de estudios, EPMAPS-Q.

Para redes secundarias (tuberías de hasta 1200mm) se utilizó un período de retorno de 10 años, superando de esta manera el mínimo recomendado.

**Período de retorno adoptado = 10 años**

### 3.1.5.6 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (*t*)

El tiempo de concentración (*t<sub>c</sub>*), es el tiempo mínimo para que la escorrentía originada en el extremo más distante de la cuenca llegue al punto en el cual se requiere calcular el caudal.

Kirpich propuso en el año de 1940 una fórmula para calcular el tiempo de flujo superficial, que toma en cuenta la longitud de la cuenca y su pendiente, esta fórmula es válida para pendientes altas, mayores al 5%<sup>8</sup>

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

De donde:

*L* = Longitud de la cuenca

*Dif. Nivel* = Diferencia de nivel.

<sup>8</sup> NORMAS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO, EPMAPS-Q.

En cuencas de dimensiones reducidas la ecuación de Kirprich ha dado tiempos de flujo superficial menores que 12 min., se adopta sin embargo por recomendación del autor de la formula, como tiempo de flujo superficial mínimo el valor de 12 min<sup>9</sup>

***Tiempo de flujo superficial adoptado = 12 minutos***

El tiempo del escurrimiento en los canales secundarios y cauce principal puede ser estimado usando la fórmula de Manning que está en función de la longitud del colector y su velocidad<sup>10</sup>.

Este tiempo puede ser tomado como:

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

Donde:

***L = Li***= Longitud del Colector (m)

***Vi*** = Velocidad en el colector (m/s)

Comúnmente se puede estimar el tiempo total de viaje como la suma del tiempo del flujo superficial, más el tiempo de viaje por los canales secundarios y principales hasta el punto de salida

$$t = ti + tf$$

---

<sup>9</sup> ING. CRISTÓBAL DE LA TORRE, DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SAN JUAN DE CALDERÓN EPMAPS-Q

<sup>10</sup> NORMAS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO, EPMAPS-Q.

### 3.1.5.7 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (I)<sup>11</sup>

La intensidad de precipitación es el caudal de agua que pasa por una determinada superficie, es decir, el volumen de agua caído por unidad de tiempo y superficie. Se mide habitualmente en *mm/h*.

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 Zona 22 que se ajusta a nuestro modelo por encontrarse en el área de influencia de la zona de San Miguel de los Bancos.

Dicha ecuación está en función de las isóneas de intensidad de precipitación, para un periodo de retorno de 10 años (TR 10 años), en función de la máxima de 24 horas.<sup>12</sup>

$$I_{tr} = 48.772 * I_{dtr} * t^{-0.3533}$$

$$R^2 = 0.9698$$

**FUENTE:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

**ELABORADO:** Departamento de estudios INHAMI

Donde:

***I<sub>tr</sub>*** = Intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno en *mm/h*.

***I<sub>dtr</sub>*** = Intensidad diaria para un periodo de retorno dado en *mm/h*.

***t*** = Tiempo de concentración expresado en minutos.

---

<sup>11</sup> REVISAR EL ANEXO QUE CONTIENE LAS FÓRMULAS Y CURVAS DE INTENSIDAD.

<sup>12</sup> ESTUDIO DE LLUVIAS INTENSAS 1999, INAMHI

### 3.1.6 HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Para el estudio de alcantarillado se ha considerado los conductos como canales abiertos y parcialmente llenos y no bajo presión aunque en ciertas ocasiones pueden trabajar llenas. El líquido a través de las tuberías corre de manera más o menos estable y uniforme solamente influenciado por la gravedad.

#### FLUJO A TUBO LLENO

Para este sistema de conducción se debe determina el caudal y la velocidad mediante la fórmula de Manning, quien dio a conocer su famosa fórmula para flujo en lámina libre. Aunque esta fórmula fue originalmente concebida para proyectos de canales abiertos, actualmente se utiliza también para conductos cerrados.<sup>13</sup>

$$V = \frac{1}{\eta} * Rh^{2/3} * J^{1/2}$$
$$Q = V * A$$

*Donde:*

$V$  = velocidad (m/s)

$R_h$  = radio hidráulico (m)

$J$  = Pendiente del conducto

$H$  = coeficiente de rugosidad de Manning

$A$  = área (m<sup>2</sup>)

$Q$  = caudal (m<sup>3</sup>/s)

---

<sup>13</sup> HIDRÁULICA DE LOS CANALES ABIERTOS, VEN TE CHOW.

## COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $\eta$

El coeficiente de rugosidad  $\eta$  usado para la fórmula de Manning varía según la calidad del acabado interior, el estado de la tubería y el material del cual está conformada, por lo que se acostumbra adoptar los valores de la tabla 5.3.11.1 de las normas de diseño para sistemas de alcantarillado EPMAPS-Q

TABLA N° 5.3.11.1	
Material de Revestimiento	Coficiente "n"
Tuberías de PVC/PEAD/PRFV	0.011
Tuberías de hormigón (con buen acabado)	0.013
Tuberías de hormigón con acabado regular	0.014
Mampostería de piedra juntas con mortero de cemento.	0.020
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas).	0.032
Ladrillo juntas con mortero de cemento.	0.015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación.	0.025

**TABLA N° 3** Valores del coeficiente de rugosidad para diferentes tipos de materiales  
**FUENTE:** EPMAPS-Q  
**ELABORADO:** Departamento de estudios, EPMAPS-Q.

Sin embargo, en base a recomendaciones del fabricante se adopta un valor de rugosidad igual a 0,009<sup>14</sup>.

$$\eta_{\text{adoptado}} = 0,009$$

## RADIO HIDRÁULICO $R$

El radio hidráulico se define como la relación entre el área mojada y el perímetro de la sección mojada, para tubería a sección llena dada por la siguiente fórmula (para tuberías de sección circular)<sup>15</sup>:

$$Rh = \frac{D}{4}$$

<sup>14</sup> MANUAL TÉCNICO PARA SISTEMAS DE TUBERÍA PVC, PLASTIGAMA

<sup>15</sup> HIDRÁULICA DE LOS CANALES ABIERTOS, VEN TE CHOW.



Donde:

$R_h$  = radio hidráulico (m)

$D$  = diámetro de la tubería (m)

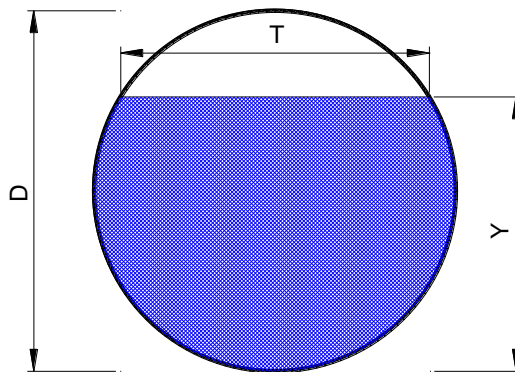
### FLUJO EN TUBERÍAS PARCIALMENTE LLENAS

En relación para las alcantarillas parcialmente llenas, los elementos como la velocidad y el caudal cambian de magnitud. Se emplean la relación de la sección parcialmente llena y el correspondiente a la sección totalmente llena.

$$\frac{v}{V} = \frac{N}{n} * \left(\frac{r}{R}\right)^2 * \left(\frac{j}{J}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{N}{n} * \frac{a}{A} \left(\frac{r}{R}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Para la determinación de las características geométricas de las secciones circulares se usarán las siguientes ecuaciones<sup>16</sup>:



<sup>16</sup> HIDRÁULICA DEL FLUJO EN CANALES ABIERTOS, HUMBERT CHANSON, MC GRAW-HILL.

$$A = \frac{1}{2} D * P + Y - \frac{1}{2} D \sqrt{Y(D - Y)}$$

$$P = \frac{1}{2} \pi D + D * \text{sen} \left( \frac{2y - D}{D} \right)$$

$$T = 2\sqrt{Y(D - Y)}$$

Donde:

*A* = Área Mojada (m<sup>2</sup>)

*P* = Perímetro Mojado (m)

*Y* = Calado normal (m)

*D* = Diámetro de la tubería (m)

*T* = Ancho en la superficie libre (m)

### 3.1.6.1 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL<sup>17</sup>.

#### 3.1.6.1.1 DIÁMETROS

El diámetro mínimo recomendado en alcantarillados pluviales será de 400 mm; esto con el fin de evitar obstrucciones en el colector ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de escorrentía transportado (basuras y otros). Para tramos iniciales en sistemas de drenaje no muy complejos, verificando el proyectista las condiciones de velocidad mínima y máxima, podrán aceptarse diámetros de 300 mm.

---

<sup>17</sup> NORMAS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO PLUVIAL EPMAPS-Q

### 3.1.6.1.2 VELOCIDADES

La velocidad mínima permisible es de 0.60 m/seg considerando el caudal mínimo y su calado correspondiente la tubería parcialmente llena. Adicionalmente debe asegurarse que dicho calado tenga un valor mínimo de 5.0 cm en casos de fuertes pendientes y de 7.5 cm en casos normales. Estas restricciones tienen por objeto evitar el depósito de sedimentos que provoquen obstrucciones y taponamientos en la tubería. En cuanto a velocidades máximas permisibles se podrían adoptar los valores propuestos en la tabla 5.3.15.1 de las normas de diseño para alcantarillado pluvial EPMAPS-Q.

La velocidad máxima permisible para tuberías de PVC adoptada será:

$$V_{max} = 7,5 \text{ m/s}$$

Sin embargo, podríamos aceptar velocidades cercanas a 9 m/s según recomendación del fabricante de tubería plástica la cual cuenta con el aval, aprobación y certificación INEN<sup>18</sup>.

TABLA N° 5.3.15.1	
Material de la Tubería	Velocidad máxima (m/seg)
Tubería de Hormigón simple hasta 60 cm. de diámetro	4,5
Tubería de Hormigón armado de 60 cm. de diámetro o mayores.	6,0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm <sup>2</sup>	6,0 – 6,5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm <sup>2</sup> . Grandes conducciones	7,0 – 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero *	9,0 o mayor
Hierro dúctil o fundido *	9,0 o mayor

\* A ser utilizado en rápidas y/o tramos cortos

**TABLA N° 4** Velocidades máximas permitidas en tuberías.

**FUENTE:** EPMAPS-Q

**ELABORADO:** Departamento de estudios, EPMAPS-Q.

<sup>18</sup> DEPARTAMENTO DE ASISTENCIA TÉCNICA, PLASTIGAMA.

### **3.1.6.1.3 PENDIENTES**

La pendiente de cada tramo de tubería debe ser tan semejante a la del terreno como sea posible, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero se deberá proyectar con una pendiente mínima del 0,5‰ (punto cinco por mil) para tuberías de  $\varnothing \geq 40$  cm en la red de drenaje cuando las condiciones topográficas y las conexiones que se hicieran lo permitan. En pendientes altas se recomienda no sobrepasar las velocidades máximas permisibles, es decir están en función de las velocidades máximas permitidas.

### **3.1.6.1.4 PROFUNDIDAD HIDRÁULICA MÁXIMA**

Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas pluviales en conductos cerrados, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70% y 85% del diámetro o altura real de éste.

### **3.1.6.1.5 TUBERÍAS Y ACCESORIOS**

En casos de conductos cerrados deberá cumplirse que la relación del caudal de diseño con la de sección llena ( $Q/Q_0$ ) será de 0.90 máximo; y la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70% y 85% del diámetro real de éste.

### **3.1.6.1.6 POZOS Y CAJAS DE REVISIÓN**

Deberá verificarse la existencia de otras instalaciones visibles o subterráneas de servicios públicos o de propiedad privada y prever su remoción cuando tal solución sea posible. La máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 m para diámetros menores de 300 mm; 150 m para diámetros comprendidos entre 300 mm y 800 mm; y 200 m para diámetros mayores que 800 mm<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS; ECUADOR MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, SUBSECRETARÍA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL Y OBRAS SANITARIAS.

## **CAPÍTULO IV**

### **EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES<sup>20</sup>**

#### **4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS AMBIENTALES**

Un impacto ambiental lo definiremos como la diferencia entre la situación del ambiente futuro modificado, tal y como resultaría después de la realización del proyecto, y la situación del ambiente futuro, tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación<sup>21</sup>.

La evaluación que se realizará a continuación indica la realidad actual del medio ambiente en la región. Para ésta, se encuentra necesario describir el medio físico, el medio biótico y el medio socioeconómico. Así, se determinó la necesidad de estudios de impacto ambiental y posibles acciones a tomarse.

#### **4.1 MEDIO FÍSICO**

##### **RELIEVE, USO Y CALIDAD DEL SUELO**

El relieve del terreno en general se caracteriza por tener formas irregulares el cual al momento se encuentra en proceso de urbanización, con un suelo rico en materia orgánica, poroso y disgregable, en el cual la saturación base es menor al 40%.

---

<sup>20</sup> ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OBRAS CIVILES, AMBIENCONSUL CÍA. LTDA.

<sup>21</sup> LA VEGETACIÓN HERBÁCEA COMO INDICADORA DEL IMPACTO AMBIENTAL, ING. MOSCOVICH, ING. PINAZO

#### **4.1.1 ASPECTOS BIÓTICOS**

Debido a que en la zona mencionada se encuentra en proceso de urbanización, no se encuentra necesario determinar los aspectos bióticos como la flora y la fauna, debido a que ninguno de los anteriores tiene significativa presencia.

#### **4.1.2 ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS**

El aspecto socioeconómico de la *Nueva Ciudad de San Miguel de los Bancos*, se encuentra detallado en el capítulo 2.

### **4.2 NECESIDADES DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS**

El motivo de evaluar impactos ambientales es predecir la situación ambiental en el futuro, evitando la contaminación del medio ambiente, durante y después de la ejecución del proyecto y así contribuir a fomentar el desarrollo sostenible

Al llevar a cabo este proyecto, van a existir consecuencias que producirán cambios en el entorno: físico, químico y/o biológico.

Estos cambios pueden ser prevenidos evitando impactos ambientales negativos en la construcción. Para esto a continuación se describirá las diferentes clases de medidas:

- ✓ Mitigación: Se implementan para atenuar y reducir los efectos ambientales negativos de la operación.
- ✓ Control: Impide la mínima ocurrencia de imprevistos que inciden negativamente sobre el ambiente. Se usan en programas de control de contaminación, seguridad industrial, y su respectivo mantenimiento.
- ✓ Prevención: Estas evitan el deterioro del medio ambiente.
- ✓ Compresión: Son usadas para compensar y contrarrestar el deterioro y sustracción de algún elemento tangible del ambiente existente antes, y

durante la ejecución del proyecto.

- ✓ Rehabilitación: Para minimizar el deterioro del ambiente se debe procurar un mejoramiento durante y después de la construcción.
- ✓ Contingencia: Son medidas diseñadas para dar respuestas inmediatas ante cualquier siniestro.

### **4.3 DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

#### **4.3.1 BASES DE DISEÑO.**

La evaluación de impactos ambientales en la construcción, operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado, son sistemas metódicos y periódicos, los cuales nos permiten identificar y evaluar los posibles impactos ambientales del proyecto y proponer las medidas para atenuarlos.

Para determinar y evaluar los efectos que van a producirse por la construcción, operación y mantenimiento del sistema sanitario, se usó la Matriz Causa – Efecto.

Esta matriz ubica los componentes ambientales y sus acciones, su ventaja es que, nos permite conocer y determinar la influencia ambiental del sistema pluvial en el área y en sus alrededores.

#### **4.3.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

La caracterización ambiental realizada para el área de influencia, permitió identificar y dimensionar las características principales de cada uno de los componentes y subcomponentes ambientales.

Para la evaluación de los potenciales impactos ambientales que se producirán en el área de influencia, se ha desarrollado una matriz causa–efecto.

La matriz Causa – Efecto busca principalmente identificar las causas, efectos y las

interrelaciones entre ambas. Es un proceso sistemático basado en métodos de evaluación de Impactos Ambientales, como son la **Matriz de Leopold**, las listas de control y diagramas de interacción.

La causa en este caso sería la acción (rubros del proyecto), y el efecto sería el impacto ambiental.

Este tipo de sistema de evaluación, permite identificar un impacto ambiental, y su grado de injerencia.

#### **4.3.2.1 ELEMENTOS DE CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Los elementos de clasificación de Impactos Ambientales miden niveles de afectación, por actividades en la construcción, operación y mantenimiento.

A continuación se conocerá cada uno de ellos:

✓ **Signo.**

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

✓ **Intensidad.**

Se lo reconoce con el símbolo “IN”, ésta determina el grado que cambia la calidad ambiental de un impacto. Se valora del 1 al 12, donde 1 significa que no causa mayor efecto y 12 causa un efecto total al factor ambiental.

✓ **Extensión**

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



✓ **Momento.**

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

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

✓ **Persistencia.**

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

- Efecto Fugaz, dura menos de un año, y su valor numérico es 1.
- Efecto Temporal, dura entre 1 y 10 años, y su valor numérico es 2.
- Efecto Permanente, dura más de 10 años, y su valor numérico es 3.

✓ **Reversibilidad.**

Se lo reconoce con el símbolo “RV”, indica la capacidad de un factor ambiental en recuperar sus condiciones normales, por medios naturales. Se lo valora del 1 al 3, y cada valor significa lo siguiente

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

✓ **Recuperabilidad.**

Se lo reconoce con el símbolo “MC”, significa la capacidad de un factor ambiental en recuperar sus condiciones normales por medio del hombre. Se lo valora del 1 al 3, y cada valor significa lo siguiente:

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

✓ **Sinergia.**

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

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

✓ **Acumulación.**

Se lo reconoce con el símbolo “AC”, éste es el incremento del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción. Esta se valora de la siguiente manera:

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

✓ **Efecto.**

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

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

✓ **Periodicidad.**

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

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

✓ **Importancia del Impacto.**

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

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

### **4.3.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

La identificación de los impactos se efectúa mediante un análisis del medio y del proyecto y es el resultado de la consideración de las interacciones posibles, comprendidas por:

- ✓ Percepción de los principales impactos, directos o indirectos, primarios o secundarios, a corto o largo plazo, acumulativos, de corta duración, reversibles o irreversibles.
- ✓ Su estimación o valoración, si puede ser cuantitativa y si no, al menos cualitativa.
- ✓ Su relación con los procesos dinámicos, que permita prever su evolución y determinar los medios de control y de corrección.

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

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

#### 4.3.3.1 RELACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Para la identificación de los impactos ambientales es necesario establecer la relación entre los componentes ambientales, para este efecto se subdividen en:

- ✓ *Componentes físicos (bióticos y abióticos):* correspondientes al impacto sobre el medio natural, conformado por la atmósfera, la hidrósfera, litósfera y la biósfera, sistemas dinámicos donde fluye la acción del hombre; y
- ✓ *Componentes socioeconómicos:* referentes al medio social, que comprende los grupos humanos, las relaciones de producción, las infraestructuras materiales construidas por el hombre y los sistemas institucionales creados por el mismo.

Para esto se han seleccionado considerables factores ambientales con la finalidad de caracterizar el área de influencia del proyecto.

#### 4.3.4 FACTORES AMBIENTALES

Factores ambientales son las características, elementos, cualidades, propiedades, procesos del medio ambiente en el entorno del proyecto.

Los factores que se analizarán, en las diferentes etapas por las cuales va a pasar el Sistema de Alcantarillado, se detallan a continuación.

##### 4.3.4.1 ASPECTOS AMBIENTALES DE CONSTRUCCIÓN

IMPACTO AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
Aumento de Nivel de Empleo	Humano
Perturbación de actividades típicas	Atmósfera
Daños a la salud de trabajadores	Humano
Alteración del sistema acuático	Fauna

Desplazamiento temporal de vida animal	Fauna
Dispersión y transporte de partículas	Atmósfera
Disminución de calidad del aire	Atmósfera
Incremento de ruido	Humano
Riesgo de contaminación	Agua
Disminución del recurso del agua para consumo	Agua
Tráfico vehicular	Humano
Molestias en tránsito peatonal	Humano
Disminución de comercio en la zona	Humano

**CUADRO N° 6** Aspectos ambientales de construcción

**FUENTE:** AMBIENCONSUL Cía. Ltda.

**ELABORADO:** Gabriel Gámez

#### 4.3.4.2 ASPECTOS AMBIENTALES DE OPERACIÓN

IMPACTO AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
Alteración del agua superficial	Agua
Riesgo de afectación de recursos hídricos	Agua
Incremento de niveles de ruido	Atmósfera
Plusvalía del valor del suelo	Suelo
Disminución de enfermedades	Humano
Afectación de hábitat de especies	Fauna

**CUADRO N° 7** Aspectos ambientales de operación

**FUENTE:** AMBIENCONSUL Cía. Ltda.

**ELABORADO:** Gabriel Gámez

#### 4.3.4.3 ASPECTOS AMBIENTALES DE MANTENIMIENTO

IMPACTO AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
Incrementos de niveles de ruido	Atmósfera
Aumento de nivel de empleo	Humano
Molestias de accesibilidad	Humano
Restitución de servicios	Humano

**CUADRO N° 8** Aspectos ambientales de mantenimiento

**FUENTE:** AMBIENCONSUL Cía. Ltda.

**ELABORADO:** Gabriel Gámez

#### 4.3.5 MATRIZ CAUSA – EFECTO<sup>22</sup>

Se detalla en el anexo que contiene la matriz de Leopold.

<sup>22</sup> REVISAR LA MATRIZ CAUSA-EFECTO EN LA ZONA DE ANEXOS.

#### **4.3.6 IMPACTOS POSITIVOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

✓ **Aumento de nivel de empleo**

Durante la construcción del proyecto se utilizará mano de obra de la región en su gran mayoría, y esto generará fuentes de trabajo a este sector en particular.

#### **4.3.7 IMPACTOS POSITIVOS DURANTE LA OPERACIÓN**

✓ **Plusvalía del suelo**

Con la construcción de un alcantarillado separado y con el correcto funcionamiento del alcantarillado sanitario, el valor de los terrenos en este sector aumentará, debido al mejor estilo de vida de las personas, por salubridad y comodidad que adquieren las viviendas.

#### **Aumento del turismo**

Con los servicios básicos como son electricidad, agua potable e instalaciones sanitarias funcionando a la perfección sin la presencia de problemas derivados de una tubería colapsada, se pueden construir sitios con las comodidades que exigen los visitantes.

#### **4.3.8 IMPACTOS POSITIVOS EN EL MANTENIMIENTO**

✓ **Aumento de nivel de empleo**

Para el mantenimiento se proporcionará trabajadores de la región, sin ser necesaria mano de obra especializada. Cada cierto tiempo se deberán limpiar los tramos de tuberías y verificar el óptimo funcionamiento del sistema, generando de esta manera empleo al sector.

#### **4.4 IMPACTOS NEGATIVOS**

La etapa más crítica, como se observa en la matriz causa-efecto, está en la fase de construcción del proyecto de alcantarillado ya que aquí se encuentran los impactos negativos más significativos.

El aumento de ruido y la dispersión de partículas son los principales impactos presentes en esta etapa que afectan al medio físico y a la atmósfera. Esto sucede debido a la utilización de maquinaria pesada para excavación y movimiento de tierras, así como para acarreo de material.

La operación de esta maquinaria genera un aumento gradual en los niveles de ruido del ambiente, al igual que contribuye con la contaminación al emanar grandes cantidades de smog y aumenta la cantidad de polvo en el aire por el trabajo de acarreo que desempeña.

La generación de tráfico vehicular, la molestia del peatón al transitar por calles y aceras con excavaciones, así como la disminución de actividades de comercio de la zona, son impactos producidos también en esta etapa del proyecto y que afecta gradualmente al medio humano.

Dentro de las etapas de operación y mantenimiento, los impactos al medio ambiente son moderados. Se establece medidas de mitigación para no afectar al ecosistema donde se desarrolla el proyecto y sus alrededores.

##### **4.4.1 MEDIDAS PARA MITIGAR IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS DURANTE LA EJECUCIÓN**

El objetivo primordial de las medidas de mitigación, como su nombre lo indica, es mitigar los posibles impactos ambientales presentes en cada etapa del proyecto. Con estas medidas se minimizará y se controlará posibles daños causados al medio ambiente de la urbanización. A continuación se indica medidas a tomar.



#### **4.4.1.1 MEDIO FÍSICO**

##### **4.4.1.1.1 HIDROLOGÍA**

La calidad del agua no se verá afectada significativamente debido a que la hidrología del sector no sufrirá mayor afectación.

Sin embargo se recomienda seguir al pie de la letra los procesos constructivos del diseño empleado y realizar periódicamente pruebas de laboratorio para determinar las condiciones de los materiales utilizados (pruebas de resistencia de tubería).

##### **4.4.1.1.2 RELIEVE, USO Y CALIDAD DEL SUELO**

El suelo es el medio físico más afectado por impactos ambientales al momento de construir un sistema de alcantarillado.

Pero de igual forma se deberá tomar medidas de limpieza en cada etapa de construcción, exigiendo al personal la recolección de todos los desperdicios de material, depositándolos en lugares destinados a los escombros. Se debe colocar también sitios destinados al depósito de basura, evitando así contaminación al ecosistema de la Nueva Ciudad de San Miguel de los Bancos.

##### **4.4.1.1.3 CALIDAD DEL AIRE**

La utilización de maquinaria pesada en cualquier tipo de proyecto, es siempre un tema complicado debido a las molestias que ocasiona el ruido, al igual que el polvo que genera en trabajos de excavación, movimientos de tierra y desalojo.

Es por esto que se debe tener muy en cuenta los períodos del uso de maquinaria para excavación, ya que con esto se evitará el ruido constante por largo tiempo, la contaminación por el smog generado, y se disminuirá la dispersión de partículas de polvo.

Se debe también exigir un control adecuado por parte del personal encargado del mantenimiento de todas las máquinas, con el fin de disminuir al máximo la emisión de gases.

#### **4.4.1.2 MEDIO SOCIAL**

##### **4.4.1.2.1 AMBIENTE SOCIAL**

Este es quizás el medio más afectado en la etapa de construcción del proyecto, debido a la molestia que se presenta en conductores, transeúntes, dueños de locales comerciales, en fin, en toda la población situada a los alrededores de la Nueva Ciudad de los Bancos.

Por esto es importante implementar medidas de seguridad para el peatón y para el conductor, delimitando la zona con señalética, informando excavaciones, desvíos, calles cerradas, sectores intransitables, etc., y utilizando también cintas de seguridad para garantizar la integridad de los pobladores.

Se debería también tomar en cuenta el desarrollo de un plan de movilidad para el sector en conjunto con la autoridad competente, destinando también personal de policía para ayudar así al tráfico del sector.

Es importante implementar medidas de seguridad industrial para los obreros y así disminuir al máximo la posibilidad de que se presenten accidentes en obra. La importancia de charlas señalando el correcto uso de los equipos y herramientas, al igual que la utilización de chalecos con franjas reflectivas y equipo de seguridad como gafas protectoras, así como disponer de un botiquín de primeros auxilios en obra, pueden crear conciencia en el personal y así disminuir aun mas, accidentes de todo tipo.

Al observar la matriz causa – efecto, se puede identificar también que en todas las etapas del sistema de alcantarillado, existen impactos positivos a seres humanos,

por la generación de empleo principalmente. Para lograr un mejor resultado se debe tratar en lo posible de utilizar la mayor cantidad de mano de obra de la región, pobladores de la Nueva Ciudad de San Miguel de los Bancos y sus alrededores, con el motivo de aumentar aún más la posibilidad de empleo.

## **CAPÍTULO V**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES<sup>23</sup>**

La construcción de la red de alcantarillado pluvial deberá ser dirigida por la Dirección de Obras Públicas del Municipio de San Miguel de los Bancos, además que deberá estar con la dirección técnica de un profesional especializado en la construcción, con la vigilancia de un departamento de fiscalización.

#### **5.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN**

##### **5.1.1 REPLANTEO Y NIVELACIÓN**

###### **DEFINICIÓN**

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

###### **ESPECIFICACIONES**

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar

---

<sup>23</sup> "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES", EPMAPS-Q.

mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

La Municipalidad dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

## **FORMA DE PAGO**

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

### **5.1.2 DESBROCE, LIMPIEZA Y DESBOSQUE**

#### **DEFINICIÓN**

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción, los árboles incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc., y cualquier vegetación en: las áreas de construcción, áreas de servidumbre de mantenimiento, en los bancos de préstamos indicados en los planos y proceder a la disposición final en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente del desbroce y limpieza.

#### **ESPECIFICACIONES**

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

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

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

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

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

Las operaciones de desbroce y limpieza deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción.

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

## **FORMA DE PAGO**

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el Constructor fuera de las áreas que se indique en el proyecto, o disponga el ingeniero Fiscalizador de la obra.

### **5.1.3 EXCAVACIONES**

#### **DEFINICIÓN**

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

#### **ESPECIFICACIONES**

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

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir el trabajo de los obreros y para ejecutar un buen relleno. En ningún caso, el ancho interior de la zanja será menor que el diámetro exterior del tubo más 0.50 m, sin entibados. Con entibados se considerará un ancho de la zanja no mayor que el diámetro exterior del tubo más 0.80 m., la profundidad mínima para zanjas de alcantarillado y agua potable será 1.20 m más el diámetro exterior del tubo.

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

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

La ejecución de los últimos 10 cm de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería o fundición del elemento estructural. Si por exceso de tiempo transcurrido entre la conformación final de la zanja y el tendido de las tuberías, se requiere un nuevo trabajo antes de tender la tubería, éste será por cuenta de Constructor.

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

Cuando a juicio del Ingeniero Fiscalizador, el terreno que constituya el fondo de las zanjas sea poco resistente o inestable, se procederá a realizar sobre excavación hasta encontrar terreno conveniente; este material inaceptable se desalojará, y se procederá a reponer hasta el nivel de diseño, con tierra buena, replantillo de grava, piedra triturada o cualquier otro material que a juicio del Ingeniero Fiscalizador sea conveniente.

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

Cuando los bordes superiores de excavación de las zanjas estén en pavimentos, los cortes deberán ser lo más rectos y regulares posibles.

## **EXCAVACIÓN A MANO EN TIERRA**

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



## **EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN TIERRA**

Se entenderá por excavación a máquina de zanjas la que se realice según el proyecto para la fundición de elementos estructurales, alojar la tubería o colectores, incluyendo las operaciones necesarias para compactar, limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y conservación de las excavaciones por el tiempo que se requiera hasta una satisfactoria colocación de la tubería.

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

### **5.1.4 RASANTEO DE ZANJAS**

#### **DEFINICIÓN**

Se entiende por rasanteo de zanja a mano la excavación manual del fondo de la zanja para adecuar la estructura de tal manera que esta quede asentada sobre una superficie consistente.

#### **ESPECIFICACIONES**

El arreglo del fondo de la zanja se realizara a mano, por lo menos en una profundidad de 10 cm, de tal manera que la estructura quede apoyada en forma adecuada, para resistir los esfuerzos exteriores, considerando la clase de suelo de la zanja, de acuerdo a lo que se especifique en el proyecto.

El rasanteo se realizara de acuerdo a lo especificado en los planos de construcción proporcionados por la Entidad Contratante.

## **FORMA DE PAGO**

La unidad de medida de este rubro será el metro cuadrado y se pagará de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato. Se medirá con una aproximación de 2 decimales.

### **5.1.5 PROTECCIÓN Y ENTIBAMIENTO**

#### **DEFINICIÓN**

Protección y entibamiento son los trabajos que tienen por objeto evitar la socavación o derrumbamiento de las paredes de la excavación, e impedir o retardar la penetración del agua subterránea, sea en zanjas u otros.

#### **ESPECIFICACIONES**

El constructor deberá realizar obras de entibado, soporte provisional, bombeo, en aquellos sitios donde se encuentren estratos aluviales sueltos, permeables o deleznable, que no garanticen las condiciones de seguridad en el trabajo. Donde se localizarán viviendas cercanas, se deberán considerar las separaciones y las medidas de soporte provisionales que aseguren la estabilidad de las estructuras.

#### **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 de la fiscalización.

Este sistema apuntalado es una medida de precaución, útil en las zanjas relativamente estrechas, con paredes de cangahua, arcilla compacta y otro material cohesivo. No debe usarse cuando la tendencia a la socavación sea pronunciada.

Esta protección es peligrosa en zanjas donde se haya iniciado deslizamientos, pues da una falsa sensación de seguridad.

### **PROTECCIÓN EN ESQUELETO**

Esta protección consiste en tablas verticales, como en el anterior sistema, largueros horizontales que van de tabla a tabla y que sostienen en su posición por travesaños apretados 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 imprevisto.

Cuando se advierta el peligro, puede colocarse rápidamente una tabla detrás de los largueros y poner puntales transversales si es necesario. El tamaño de las piezas de madera, espaciamiento y modo de colocación, deben ser idénticos a los de una protección vertical completa, a fin de poder establecer ésta si fuera necesario.

### **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 que no se extienden a través de la zanja. Este tipo de protección se usa en el caso de materiales que no sean suficientemente coherentes para permitir el uso de tablonés y en condiciones que no hagan aconsejable el uso de protección vertical, que sobresale sobre el borde de la zanja mientras se está colocando. La protección en caja se va colocando a medida que avanza las excavaciones.

## **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 sostengan una pared sólida y continua de planchas o tablas verticales, contra los lados de la zanja. Este revestimiento puede hacerse así completamente impermeable al agua, usando tablas machiembradas, tabla estacas, láminas de acero, etc.

La armadura 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.

## **FORMA DE PAGO**

La colocación de entibados será medida en m<sup>2</sup> del área colocada directamente a la superficie de la tierra, el pago se hará al Constructor con los precios unitarios estipulados en el contrato

### **5.1.6 RELLENOS**

#### **DEFINICIÓN**

Se entiende por relleno 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 o la calzada a nivel de sub rasante sin considerar el espesor de la estructura

del pavimento si existiera, o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse.

## **ESPECIFICACIONES**

### **RELLENO**

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

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

Los tubos o 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 dejará parcialmente rellena por un largo período.

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 o estructuras y el talud de la zanja deberán 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 apisonado hasta los 60 cm sobre la tubería o estructura será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrá emplear otros elementos mecánicos, como rodillos o compactadores neumáticos.

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

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

En cada caso particular el Ingeniero Fiscalizador dictará las disposiciones pertinentes.

Cuando se utilice tabla estacados 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 la tabla estacado deberá hacerse por etapas, asegurándose que todo el espacio que ocupa la tabla estacado sea relleno completa y perfectamente con un material granular adecuado de modo que no queden espacios vacíos.

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

## COMPACTACIÓN

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

Para material cohesivo, esto es, material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos; si el ancho de la zanja lo permite, se 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 de material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

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

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

## **MATERIAL PARA RELLENO**

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que previo el visto bueno del Ingeniero Fiscalizador se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1.600 kg/m<sup>3</sup>. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- ✓ No debe contener material orgánico.
- ✓ En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o a lo más igual que 5 cm.
- ✓ Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando los diseños señalen que las características del suelo deben ser mejoradas, se realizará un cambio de suelo con mezcla de tierra y cemento (terrocemento) en las proporciones indicadas en los planos o de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero Fiscalizador. La tierra utilizada para la mezcla debe cumplir con los requisitos del material para relleno.

## **FORMA DE PAGO**

El relleno y compactación de zanjas que efectúe el Constructor le será medido para fines de pago en m<sup>3</sup>, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al Constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.



## **5.1.7 ACARREO Y TRANSPORTE DE MATERIALES**

### **DEFINICIONES:**

#### **ACARREO**

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

El acarreo, comprenderá también la actividad de movilizar el material producto de las excavaciones, de un sitio a otro, dentro del área de construcción de la obra y a una distancia mayor de 100 m, medida desde la ubicación original del material, en el caso de que se requiera utilizar dicho material para reposición o relleno. Si el acarreo se realiza en una distancia menor a 100 m, su costo se deberá incluir en el rubro que ocasione dicho acarreo.

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

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

#### **TRANSPORTE**

Se entiende por transporte, todas las tareas que permiten llevar al sitio de obra, todos los materiales necesarios para su ejecución, para los que en los planos y documentos de la obra se indicará cuales son; y el desalojo desde el sitio de obra a los lugares determinados en los planos o por el Fiscalizador, de todos los

materiales producto de las excavaciones, que no serán aprovechados en los rellenos y deben ser retirados, en este rubro incluye: carga, transporte y volteo final.

## **ESPECIFICACIONES**

### **ACARREO**

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

### **TRANSPORTE**

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

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

## **FORMA DE PAGO**

### **ACARREO**

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

El acarreo del material producto de la excavación en una distancia dentro de la zona de libre colocación, se medirá para fines de pago en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con dos decimales de aproximación, de acuerdo a los precios estipulados en el Contrato, para el concepto de trabajo correspondiente.

Por zona de libre colocación se entenderá la zona comprendida entre el área de construcción de la obra y 1 (uno) kilómetro alrededor de la misma.

## **TRANSPORTE**

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

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

### **5.1.8 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

#### **DEFINICIÓN**

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

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

## **ESPECIFICACIONES**

Los encofrados contruidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada.

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

Los tableros se mantendrán en su posición, mediante pernos, de un diámetro mínimo de 8 mm roscados de lado a lado, con arandelas y tuercas.

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

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón; las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

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

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

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

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

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al Constructor el cálculo de elementos encofrados que ameriten esa exigencia.

Para la construcción de encofrados se emplearán tableros de contrachapados o de superior calidad.

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

## **FORMA DE PAGO**

Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) con aproximación de dos decimales.

Los encofrados de bordillos (2 lados) y los encofrados filos de losa se medirán en metros lineales con aproximación de 2 decimales.

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

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

La obra falsa de madera para sustentar los encofrados estará incluida en el pago. El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que está constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del Ingeniero fiscalizador.

#### **5.1.9 DE POZOS DE REVISIÓN**

##### **DEFINICIÓN**

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

##### **ESPECIFICACIONES**

Los pozos de revisión serán colocados en donde señalen los planos y/o el Ingeniero Fiscalizador durante el transcurso de la instalación de tuberías o construcción de colectores.

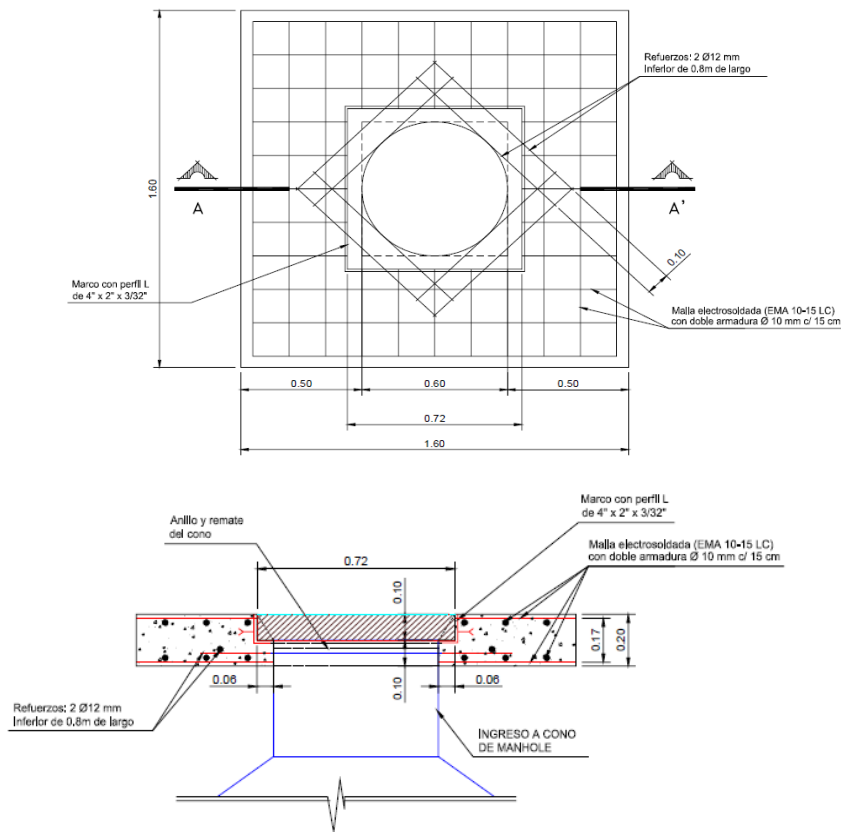
No se permitirá que existan longitudes fuera de norma para tubería o colectores instalados, sin que oportunamente se construyan los respectivos pozos.

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

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

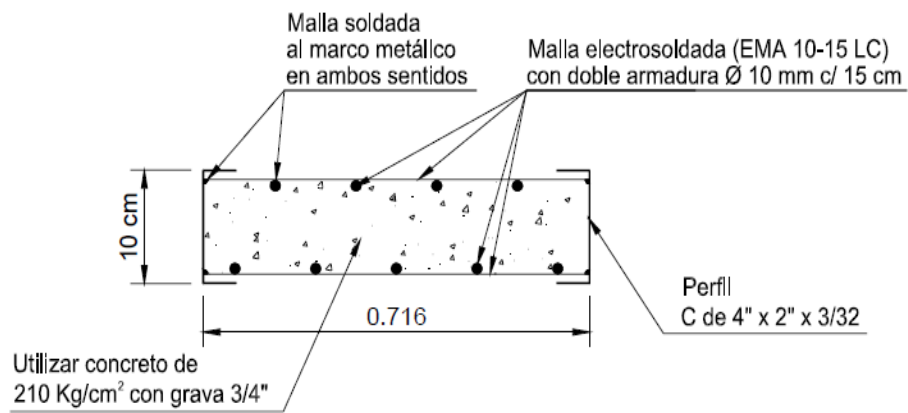
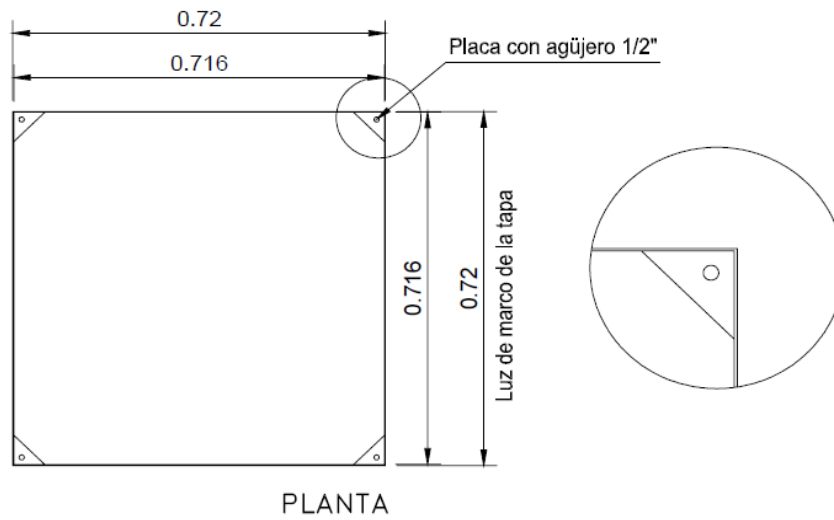
Cuando la sub rasante está formada por material poco resistente, será necesario renovarla y reemplazarla por material granular.

### CABEZAL DE CONCRETO CON TAPA DE HORMIGÓN PARA CALLE O AVENIDA



**GRAFICO N° 3** Pozos de hormigón.  
**FUENTE:** EPMAPS-Q  
**ELABORADO** Departamento de estudios EPMAPS-Q

## TAPA DE HORMIGÓN TIPO



**GRAFICO N° 4** Tapa de hormigón tipo.  
**FUENTE:** EPMAPS-Q  
**ELABORADO:** Departamento de estudios EPMAPS-Q



## **5.1.10 PROTECCIÓN Y BASE PARA TUBERÍAS Y POZOS**

### **DEFINICIÓN**

Se entiende por suministro y colocación de piedra el conjunto de operaciones que deba efectuar el Constructor para disponer en el lugar de las obras la piedra que se requiera para la formación de mamposterías, muros, secos, rellenos de enrocamiento, a volteo o cualquier otro trabajo. Dichas operaciones incluyen la explotación del banco de préstamo en todos sus aspectos, la fragmentación de la piedra a su tamaño adecuado de acuerdo con la obra por ejecutarse, su selección a mano, cuando ésta sea necesaria y su carga a bordo del equipo de transporte que la conducirá hasta el lugar de su utilización.

### **ESPECIFICACIONES**

La piedra que suministre y coloque el Constructor podrá ser producto de explotación de cantera o de banco de recolección, deberá ser de buena calidad, homogénea, fuerte y durable, resistente a la acción de los agentes atmosféricos, sin grieta ni partes alteradas y además las características que expresamente señale el proyecto en cuanto se refiere a sus dimensiones y peso. A este efecto la fiscalización de la Obra deberá aprobar los bancos ya sea de préstamo o recolección previamente a su explotación.

### **FORMA DE PAGO**

El suministro y colocación de piedra se medirá en metros cuadrados, los encamados y lechos de grava se medirán en m<sup>3</sup>, con aproximación de un decimal. A este efecto se considerará como volúmenes de piedra suministrada y colocada, los volúmenes de mampostería, muros secos, o enrocados, medidos directamente en la obra según el proyecto, sin ninguna deducción por vacíos.

No se pagará al Constructor el suministro de piedra empleada en conceptos de trabajo que no haya sido ejecutado según el proyecto, de acuerdo con las especificaciones respectivas, ni la piedra o sus desperdicios producto de la explotación del banco, que no hayan sido utilizados en las obras.

No se estimará para fines de pago el suministro de piedra utilizado en la fabricación de mampostería y hormigón ciclópeo.

El suministro y colocación de piedra le será pagado al Constructor a los precios unitarios estipulados en el Contrato.

#### **5.1.11 TRABAJOS FINALES**

##### **DEFINICIÓN**

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

##### **ESPECIFICACIONES**

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

No se permitirá la quema de la basura, los restos de materiales y residuos producto de las obras deberán ser dispuestos en sitios aprobados por el Municipio San Miguel de los Bancos y conforme con la Fiscalización.

## **FORMA DE PAGO**

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

## **5.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES**

### **5.2.1 HORMIGONES**

#### **DEFINICIÓN**

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

#### **ESPECIFICACIONES**

Estas especificaciones técnicas, incluyen los materiales, herramientas, equipo, fabricación, transporte, manipulación, vertido, a fin de que estas tengan perfectos acabados y la estabilidad requerida.

#### **CLASES DE HORMIGÓN**

Las clases de hormigón a utilizarse en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenada por el Fiscalizador.

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

Se reconocen 4 clases de hormigón, conforme se indica a continuación:

<b>TIPO DE HORMIGÓN</b>	<b><math>f'c</math> (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<i>HS</i>	<i>280</i>
<i>HS</i>	<i>210</i>
<i>HS</i>	<i>180</i>
<i>HS</i>	<i>140</i>
<i>H Ciclópeo</i>	<i>60% HS 180 + 40% Piedra</i>

**TABLA N° 5** Tipos de hormigones y resistencias.  
**FUENTE:** EPMAPS-Q  
**ELABORADO:** Departamento de estudios, EPMAPS-Q.

El hormigón de 280 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia está destinado al uso de obras expuestas a la acción del agua, líquidos agresivos y en los lugares expuestos a severa o moderada acción climática, como congelamientos y deshielos alternados.

El hormigón que se coloque bajo el agua será de 280 kg/cm<sup>2</sup> con un 25 % adicional de cemento.

El hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> está destinado al uso en secciones de estructura o estructuras no sujetas a la acción directa del agua o medios agresivos, secciones masivas ligeramente reforzadas, muros de contención.

El hormigón de 180 kg/cm<sup>2</sup> se usa generalmente en secciones masivas sin armadura, bloques de anclaje, collarines de contención, replantillos, contra pisos, pavimentos, bordillos, aceras.

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

## **NORMAS**

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

## **MATERIALES**

### **CEMENTO**

Todo el cemento será de una calidad tal que cumpla con la norma INEN 152: Requisitos, no deberán utilizarse cementos de diferentes marcas en una misma fundición. Los cementos nacionales que cumplen con estas condiciones son los cementos Portland: Rocafuerte, Chimborazo, Guapán y Selva Alegre.

A criterio del fabricante, pueden utilizarse aditivos durante el proceso de fabricación del cemento, siempre que tales materiales, en las cantidades utilizadas, hayan demostrado que cumplen con los requisitos especificados en la norma INEN 1504.

El cemento será almacenado en un lugar perfectamente seco y ventilado, bajo cubierta y sobre tarimas de madera. No es recomendable colocar más de 14 sacos uno sobre otro y tampoco deberán permanecer embodegados por largo tiempo.

El cemento Portland que permanezca almacenado a granel más de 6 meses o almacenado en sacos por más de 3 meses, será nuevamente muestreado y ensayado y deberá cumplir con los requisitos previstos, antes de ser usado.

### **AGREGADO FINO**

Los agregados finos para hormigón de cemento Portland estarán formados por arena natural, arena de trituración (polvo de piedra) o una mezcla de ambas.

La arena deberá ser limpia, silícica (cuarzosa o granítica), de mina o de otro material inerte con características similares. Deberá estar constituida por granos duros, angulosos, ásperos al tacto, fuertes y libres de partículas blandas, materias orgánicas, esquistos o pizarras. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables.

Igualmente no se permitirá el uso del agregado fino con contenido de humedad superior al 8 %.

Los requerimientos de granulometría deberá cumplir con la norma INEN 872: Áridos para hormigón. Requisitos. El módulo de finura no será menor que 2.4 ni mayor que 3.1; una vez que se haya establecido una granulometría, el módulo de finura de la arena deberá mantenerse estable, con variaciones máximas de  $\pm 0.2$ , en caso contrario el fiscalizador podrá disponer que se realicen otras combinaciones, o en último caso rechazar este material.

## **AGREGADO GRUESO**

Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de estas que cumplan con los requisitos de la norma INEN 872.

Para los trabajos de hormigón, consistirá en roca triturada mecánicamente, será de origen andesítico, preferentemente de piedra azul.

Se empleará ripio limpio de impurezas, materias orgánicas, y otras sustancias perjudiciales, para este efecto se lavará perfectamente. Se recomienda no usar el ripio que tenga formas alargadas o de plaquetas.

También podrá usarse canto rodado triturado a mano o ripio proveniente de cantera natural siempre que tenga forma cúbica o piramidal, debiendo ser rechazado el ripio que contenga más del 15 % de formas planas o alargadas.

En todo caso los agregados para el hormigón de cemento Portland cumplirán las exigencias granulométricas que se indican en la tabla 3 de la norma INEN 872.

## **AGUA**

El agua para la fabricación del hormigón será potable, libre de materias orgánicas, deletéreos y aceites, tampoco deberá contener sustancias dañinas como ácidos y sales, deberá cumplir con la norma INEN 1108 Agua Potable: Requisitos. El agua que se emplee para el curado del hormigón, cumplirá también los mismos requisitos que el agua de amasado.

## **ADITIVOS**

Esta especificación tiene por objeto establecer los requisitos que deben de cumplir los aditivos químicos que pueden agregarse al hormigón para que éste desarrolle ciertas características especiales requeridas en obra.

En caso de usar aditivos, estos estarán sujetos a aprobación previa de fiscalización. Se demostrará que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del hormigón en todos los elementos donde se emplee aditivos.

Los aditivos que se empleen en hormigones cumplirán las siguientes normas:

- Aditivos para hormigones. Aditivos químicos. Requisitos. Norma INEN PRO 1969.
- Aditivos para hormigones. Definiciones. Norma INEN PRO 1844
- Aditivos reductores de aire. Norma INEN 191, 152
- Los aditivos reductores de agua, retardadores y acelerantes deberán cumplir la "Especificación para aditivos químicos para concreto" (ASTM - C - 490) y todos los demás requisitos que esta exige exceptuando el análisis infrarrojo.







## **FORMA DE PAGO**

El hormigón será medido en metros cúbicos con 2 decimales de aproximación, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

El hormigón simple de bordillos dimensionados se medirán en metros lineales con 2 decimales de aproximación, las losetas de hormigón prefabricado se medirán en unidades, además de los parantes de hormigón armado se medirán en metros.

### **5.2.2 ACERO DE REFUERZO**

#### **DEFINICIÓN**

##### **ACERO EN BARRAS**

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

#### **ESPECIFICACIONES**

El Constructor suministrará dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario, estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el Ingeniero Fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200kg/cm<sup>2</sup>, grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM-A 617. El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

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

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

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de HS, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de este.

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

## **FORMA DE PAGO**

La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg) con aproximación a la décima.

Para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el Constructor, se verificará el acero colocado en la obra, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

### **5.2.3 MORTEROS**

#### **DEFINICIÓN**

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

## ESPECIFICACIONES

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

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

Prohíbese terminantemente el uso de carretillas para la dosificación o medida de los volúmenes de materiales que entran en los morteros.

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

En el primer caso la arena y el cemento en las proporciones indicadas, se mezclará en seco hasta que la mezcla adquiera un color uniforme, agregándose después la cantidad de agua necesaria para formar una pasta trabajable. Si el mortero se prepara en la hormigonera tendrá una duración mínima de mezclado de 1 1/2 minutos. El mortero de cemento debe ser usado inmediatamente después de preparado, por ningún motivo debe usarse después de 40 minutos de preparado, ni tampoco rehumedecido, mucho menos de un día para otro.

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

- Masilla de dosificación 1:0, utilizada regularmente para alisar los enlucidos de todas las superficies en contacto con el agua.
- Mortero de dosificación 1:2 utilizada regularmente en enlucidos de obras de captación, superficies bajo agua, enlucidos de base y zócalos de pozos de revisión. Con impermeabilizante para enlucidos de fosas de piso e interiores de paredes de tanques de distribución.

- Mortero de dosificación 1:3 utilizado regularmente en enlucidos de superficie en contacto con el agua, enchufes de tubería de hormigón, exteriores de paredes de tanques de distribución.
- Mortero de dosificación 1:4 utilizado regularmente en colocación de baldosas (cerámica, cemento, granito, gres y otras) en paredes y preparación de pisos para colocación de vinyl.
- Mortero de dosificación 1:5 utilizado regularmente en embaldosado de pisos, mampostería bajo tierra, zócalos, enlucidos de cielos rasos, cimentaciones con impermeabilizantes para exteriores de cúpulas de tanques.
- Mortero de dosificación 1:6 utilizado regularmente para mamposterías sobre el nivel de terreno y enlucidos generales de paredes.
- Mortero de dosificación 1:7 utilizado regularmente para mamposterías de obras provisionales.

## **FORMA DE PAGO**

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

### **5.2.4 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PLÁSTICA PVC**

#### **DEFINICIÓN**

Comprende el suministro, instalación y prueba de la tubería plástica para

alcantarillado la cual corresponde a conductos circulares provistos de un empalme adecuado, que garantice la hermeticidad de la unión, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

## **ESPECIFICACIONES**

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

\* INEN 2059 CUARTA REVISIÓN "TUBOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO. REQUISITOS".

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

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

## **INSTALACIÓN Y PRUEBA DE LA TUBERÍA PLÁSTICA**

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

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

Dada la poca resistencia relativa de la tubería plástica contra impactos, esfuerzos

internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje.

Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su almacenamiento, y se la hará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La altura de las pilas y en general la forma de almacenamiento será la que recomiende el fabricante.

Debe almacenarse la tubería de plástico en los sitios que autorice el Ingeniero Fiscalizador de la Obra, de preferencia bajo cubierta, o protegida de la acción directa del sol o recalentamiento.

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

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

### **UNIONES SOLDADAS CON SOLVENTES**

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

Se limpia primero las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente y se las lija, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula. Dicho pegante deberá ser uniformemente distribuido eliminando todo exceso, si es necesario se aplicará dos o tres capas. A fin de evitar que el borde liso del tubo remueva el pegante en el interior de la campana formada, es conveniente preparar el extremo liso con un ligero chaflán. Se enchufa luego el extremo liso en la campana dándole una media vuelta aproximadamente, para distribuir mejor el pegante. Esta unión no deberá ponerse en servicio antes de las 24 horas de haber sido confeccionada.

## **UNIONES DE SELLO ELASTOMÉRICO**

Consisten en un acoplamiento de un manguito de plástico con ranuras internas para acomodar los anillos de caucho correspondientes. La tubería termina en extremos lisos provisto de una marca que indica la posición correcta del acople. Se coloca primero el anillo de caucho dentro del manguito de plástico en su posición correcta, previa limpieza de las superficies de contacto. Se limpia luego la superficie externa del extremo del tubo, aplicando luego el lubricante origen vegetal (manteca o similar).

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

## **UNIONES CON ADHESIVOS ESPECIALES**

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

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

## **PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN**

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

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



La instalación de la tubería se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor a 5,00 (cinco) milímetros, de la alineación o nivel del proyecto, cada pieza deberá tener un apoyo seguro y firme en toda su longitud, de modo que se colocará de tal forma que descansa en toda su superficie el fondo de la zanja, que se lo prepara previamente utilizando una cama de material granular fino, preferentemente arena. No se permitirá colocar los tubos sobre piedras, calzas de madero y/o soportes de cualquier otra índole.

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

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

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

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

#### **A.- ADECUACIÓN DEL FONDO DE LA ZANJA.**

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

#### **B.- JUNTAS.**

Las juntas de las tuberías de Plástico serán las que se indica en la NORMA INEN 2059.- CUARTA REVISIÓN. El oferente deberá incluir en el costo de la tubería,

el costo de la junta que utilice para unir la tubería.

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

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

A medida que los tubos plásticos sean colocados, será puesto a mano suficiente relleno de material fino compactado a cada lado de los tubos para mantenerlos en el sitio y luego se realizará el relleno total de las zanjas según las especificaciones respectivas.

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

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

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

- Impermeabilidad o alta resistencia a la filtración para lo cual se harán pruebas cada tramo de tubería entre pozo y pozo de visita, cuando más.
- Resistencia a la penetración, especialmente de las raíces.
- Resistencia a roturas.

- Posibilidad de poner en uso los tubos, una vez terminada la junta.
- Resistencia a la corrosión especialmente por el sulfuro de hidrógeno y por los ácidos.
- No deben ser absorbentes.
- Economía de costos de mantenimiento.

### **PRUEBA HIDROSTÁTICA ACCIDENTAL**

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

Cuando el Ingeniero Fiscalizador tenga sospechas fundadas de que las juntas están defectuosas.

Cuando el Ingeniero Fiscalizador, recibió provisionalmente, por cualquier circunstancia un tramo existente entre pozo y pozo de visita.

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

### **PRUEBA HIDROSTÁTICA SISTEMÁTICA.**

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental. Consiste en vaciar, en el pozo de visita aguas arriba del tramo por probar, el contenido de 5 m<sup>3</sup> de agua, que desagüe al mencionado pozo de visita con una

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

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

## **FORMA DE PAGO**

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

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

### **5.2.5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PLÁSTICA PVC DE DESAGÜE**

#### **DEFINICIÓN**

Se entiende suministro e instalación de tubería PVC-D el conjunto de operaciones que deben ejecutar el constructor para poner en forma definitiva la

tubería de PVC EC. Tubos son los conductos contruidos de cloruro de polivinilo y provistos de un sistema de empate adecuado para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

## **ESPECIFICACIONES**

La tubería de PVC desagüe a suministrar cumplirá con la siguiente norma:

\* INEN 1374 "TUBERÍA DE PVC RÍGIDO PARA USOS SANITARIOS EN SISTEMAS A GRAVEDAD. REQUISITOS"

La instalación de la tubería se comenzará por la parte inferior de los tramos y se trabajará hacia arriba de tal manera que la campana quede situada hacia la parte más alta del tubo y se hará de tal manera que en ningún caso se tenga una desviación mayor de 5 (cinco) milímetros en la alineación o nivel de proyecto; 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 su superficie sobre el fondo de la zanja.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje. Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido, a fin de lograr un acoplamiento correcto de los tubos, se tomará en cuenta lo siguiente:

Uniones soldadas con solventes: Las tuberías plásticas de espiga y campana se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada del pegante suministrado por el fabricante.

Luego de lijar la parte interna de la campana y exterior de la espiga, se limpia las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula. Dicho pegante deberá

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

## **FORMA DE PAGO**

Se medirá en metros lineales con aproximación de dos decimales. Las cantidades determinadas de acuerdo al numeral anterior serán pagadas a los precios contractuales para el rubro que conste en el contrato.

### **5.2.6 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS PVC**

#### **DEFINICIÓN**

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

#### **ESPECIFICACIONES**

Los suministros e instalaciones a suministrar deberán cumplir con las siguientes normas:

\* INEN 2059 CUARTA REVISIÓN "TUBOS DE PVC RÍGIDO DE PARED ESTRUCTURADA E INTERIOR LISA Y ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO. REQUISITOS"

La curvatura de la silleta dependerá del diámetro y posición de la tubería

domiciliaria y de la matriz colectora de recepción. El pegado entre las dos superficies se lo efectuará con cemento solvente, y, de ser el caso, se empleará adhesivo plástico. La conexión entre la tubería principal de la calle y el ramal domiciliar se ejecutará por medio de los acoples, de acuerdo con las recomendaciones constructivas que consten en el plano de detalles.

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

## **FORMA DE PAGO**

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

### **5.2.7 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN**

#### **DEFINICIÓN**

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

#### **ESPECIFICACIONES**

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

Antes de verter el hormigón nuevo las superficies de construcción serán lavadas y

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

## **FORMA DE PAGO**

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

La unión de estructuras antiguas con nuevas se medirá en metros cuadrados, con 2 decimales de aproximación

### **5.2.8 TAPAS Y CERCOS**

#### **DEFINICIÓN**

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

#### **ESPECIFICACIONES**

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

Los cercos y tapas de HF para pozos de revisión deberán cumplir con la Norma ASTM-A48 y será aprobada por la Municipalidad de los Bancos. La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal. Todas las piezas



serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura bitumástica uniforme, que dé en frío una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa); Llevarán las marcas ordenadas para cada caso

Las tapas de hormigón armado deben ser diseñadas y construidas para el trabajo al que van a ser sometidas, el acero de refuerzo será de resistencia  $f_y = 4.200$  Kg/cm<sup>2</sup>. y el hormigón mínimo de  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>

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

## **FORMA DE PAGO**

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

### **5.2.9 EMPATES**

#### **DEFINICIÓN**

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

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

Se entiende por construcción de empate a pozo, al conjunto de acciones que debe ejecutar el Constructor, para hacer la perforación en pozos a fin de enchufar la

tubería de los servicios domiciliarios y de los sumideros.

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

## **ESPECIFICACIONES**

Los tubos de conexión deben ser enchufados al colector, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes del colector al que es conectado, para permitir el libre curso del agua. No se empleará ninguna pieza especial, sino que se hará un orificio en el colector en la que se conectará la conexión. Este enchufe será perfectamente empinado con mortero cemento arena 1:3.

Los tubos de conexión deben ser enchufados a la tubería, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes de la tubería a la que es conectado, para permitir el libre curso del agua. No se empleará ninguna pieza especial, sino que se hará un orificio en la tubería en la que se conectará la conexión. Este enchufe será perfectamente empinado con mortero cemento arena 1:3.

Los tubos de conexión deben ser enchufados al pozo, de manera que la corona del tubo de conexión quede por encima del nivel máximo de las aguas que circulan por el canal central. En ningún punto el tubo de conexión sobrepasará las paredes del pozo al que es conectado, para permitir el libre curso del agua. No se empleará ninguna pieza especial, sino que se hará un orificio en el pozo en la que se conectará la conexión. Este enchufe será perfectamente empinado con mortero cemento arena 1:3.

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

## **FORMA DE PAGO**

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

### **5.2.10 SUMIDEROS DE CALZADA**

Se entiende por sumideros de calzada o de acera, la estructura que permite la concentración y descarga del agua lluvia a la red de alcantarillado. El constructor deberá realizar todas las actividades para construir dichas estructuras, de acuerdo con los planos de detalle y en los sitios que indique el proyecto y/u ordene el ingeniero fiscalizador, incluye suministro, transporte e instalación.

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

Los sumideros de calzada irán localizados en la calzada propiamente dicha, junto al bordillo o cinta gotera en la misma dirección del flujo que se quiere coleccionar y generalmente al iniciarse las curvas en las esquinas.

Los sumideros se conectarán directamente a los pozos de revisión. El tubo de conexión deberá quedar perfectamente recortado en la pared interior del pozo formando con este una superficie lisa.

Para el enchufe en el pozo no se utilizarán piezas especiales y únicamente se realizará el orificio en el mismo, a fin de obtener el enchufe mencionado, el que deberá ser realizado con mortero cemento arena 1:3.

La conexión del sumidero al pozo será mediante tubería de 220 mm de diámetro exterior, unida a la salida del sumidero con mortero cemento arena 1-3, en la instalación de la tubería se deberá cuidar que la pendiente no sea menor del 2% ni mayor del 20%

El sumidero será construido de hormigón simple  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> de conformidad a los planos de detalle y que consta de una cámara de recolección con su respectiva rejilla en su parte superior y una tubería de salida hacia el pozo de revisión en su parte inferior.

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

Las rejillas deben tener las medidas de acuerdo a los planos de detalle, estas se colocarán sujetas al cerco mediante goznes de seguridad con pasadores de  $d=5/8$ " puestos a presión a través de los orificios dejados en el cerco.

La fundición de hierro gris será de buena calidad, de grano uniforme, sin protuberancias, cavidades, ni otros defectos que interfieran con su uso normal. Todas las piezas serán limpiadas antes de su inspección y luego cubiertas por una capa gruesa de pintura bitumástica uniforme, que en frío de una consistencia tenaz y elástica (no vidriosa).

La fundición de los cercos y rejillas de hierro fundido para alcantarillado deben cumplir con la Norma ASTM A 48 y deberá ser aprobada por el Ingeniero Fiscalizador.

## CAPÍTULO VI

### PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS<sup>24</sup>

#### 6.1 PRESUPUESTO

Se le llama presupuesto al cálculo anticipado de los ingresos y gastos de una actividad económica durante un período de tiempo.

Elaborar un presupuesto permite establecer prioridades y evaluar la consecución de sus objetivos. Para alcanzar estos fines, puede ser necesario incurrir en déficit (que los gastos superen a los ingresos) o, por el contrario, puede ser posible ahorrar, en cuyo caso el presupuesto presentará un superávit (los ingresos superan a los gastos).

El presupuesto de una obra, es el valor que se espera invertir en la obra (a priori, estimativo), es la determinación previa de la cantidad en dinero, necesaria para realizarla. Como referencia se contó con la experiencia adquirida en otras construcciones de índole semejante desglosando cada trabajo en precios unitarios.

Los costos finales se obtienen de la suma de los gastos de materiales, mano de obra, equipo y herramienta. Así como, subproductos para la realización de un proceso constructivo, puede contener como integrante uno o varios costos preliminares.

---

<sup>24</sup> CÁMARA DE LA CONSTRUCCIÓN QUITO, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS CON PROEXCEL

Para el desarrollo del presupuesto general de obra se deberán seguir los siguientes pasos:

- ✓ Determinar los costos horarios de propiedad y operación de equipo.
- ✓ Identificar los costos de los insumos básicos de los precios unitarios, esto es: mano de obra y materiales
- ✓ Analizar los precios unitarios y determinar los costos financieros relacionados con la construcción del sistema.
- ✓ Determinar los presupuestos financieros de la construcción del proyecto definitivo.

### **6.1.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Para el análisis de precios unitarios se utilizó el programa *PROEXCEL* (Programa de Análisis Unitarios de la Cámara de la Construcción de Quito).

El formato que maneja el programa considera los siguientes componentes previos a la elaboración del análisis de precio unitario:

- ✓ Identificación del proyecto en estudio.
- ✓ Descripción del rubro a analizar
- ✓ Especificación del rubro
- ✓ Fecha de elaboración
- ✓ Unidad de medida del rubro
- ✓ Código del rubro

La estructura base del análisis de precio unitario está integrada por los siguientes componentes:

- ✓ Materiales (A)
- ✓ Maquinaria y herramientas (B)
- ✓ Mano de Obra (C)
- ✓ Transporte (en los casos que se requiere)
- ✓ Costo directo (A+B+C)
- ✓ Costos indirectos
- ✓ Precio unitario (Como resultado final)

### **Materiales (A)**

Considera las cantidades y costos de los materiales que intervienen en la ejecución del rubro, referidos a diciembre del 2011. En el correspondiente al presupuesto consta la lista de materiales que intervienen en el proyecto y los correspondientes precios por unidad. Los precios de los materiales incluyen el costo de transporte hasta el sitio del proyecto, tomando en consideración los costos de San Miguel de Los Bancos.

### **Maquinarias Y Herramientas (B)**

En la construcción del alcantarillado pluvial intervienen equipos que por sus características es mejor que se consideren los costos de arrendamiento del mercado local. Con los costos horarios multiplicados por las horas-equipo de cada máquina o equipo que intervienen en cada ítem, se determinó el costo total de operación de máquina, en el rubro sujeto de análisis.

### **Mano De Obra (C)**

Este componente incluye los operadores y ayudantes de las máquinas y la cuadrilla (capataz, peón, albañil, etc.), que intervienen en cada rubro.

En la definición de las horas-hombre del personal, se consideró la combinación del número de personas y el rendimiento del rubro analizado.

En este costo se consideraron los costos horarios de mano de obra y sus cargas sociales vigentes al mes de diciembre del 2011 como base mínima, según lo reportado por la Contraloría General del Estado.

### **Transporte (D)**

El costo de los materiales que intervienen en los rubros analizados, incluyen el transporte hasta el sitio de la obra, por tanto, en este componente (D) no se alimenta ningún valor.

### **6.1.2 COSTO DIRECTO**

El costo directo del rubro se determina sumando los subtotales de los componentes: materiales, maquinaria y herramientas, mano de obra y transporte.

El costo directo es aquel que se asigna a una unidad de producción, es el que se encuentra físicamente presente en el producto final, o está directamente involucrado en éste.

Para la obtención del precio unitario, los precios de los materiales considerados en el análisis de los costos directos deben estar calculados teniendo en cuenta el precio de lista, menos el descuento correspondiente, más el cargo por concepto de transporte, esto es, el precio del material puesto en la obra, sin considerar el impuesto al valor agregado (I.V.A.), ya que este impuesto deberá incluirse al final del presupuesto.



Otro elemento que debe tomarse en cuenta en la obtención del costo directo es el referido a los rendimientos por trabajador o cuadrilla, el cual corresponde a un promedio representativo de varias obras y que forman, consecuentemente, un criterio de lo que se puede lograr en la realización de un rubro.

### 6.1.3 COSTO INDIRECTO

Son aquellos que no se pueden asignar directamente a un producto o servicio, sino que se distribuyen entre las diversas unidades productivas mediante algún criterio de reparto. En la mayoría de los casos los costos indirectos son costos fijos.

Son costos no presentes físicamente en el producto final, pero que son necesarios para su ejecución. Es la suma de gastos técnico – administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo.

En la siguiente tabla se presenta la justificación de los costos indirectos correspondientes al alcantarillado pluvial de la Nueva Ciudad de San Miguel de los Bancos.

<b>TABLA DE COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD</b>			
<b>No.</b>	<b>COMPONENTES DEL COSTO INDIRECTO</b>	<b>VALOR</b>	<b>PORCENTAJE</b>
1	DIRECCION DE OBRA	13,600.00	5.5%
2	ADMINISTRATIVOS	3,175.00	1.3%
3	LOCALES PROVISIONALES	1,000.00	0.4%
4	VEHICULOS	1,062.50	0.4%
5	SERVICIOS PUBLICOS	725.00	0.3%
6	PROMOCION	500.00	0.2%
7	GARANTIAS	5,435.58	2.2%
8	SEGUROS	3,622.50	1.5%
9	COSTOS FINANCIEROS	1,250.00	0.5%
10	PREVENCION DE ACCIDENTES	1,449.00	0.6%
11	IMPUESTOS DE LEY	9,217.76	3.7%
12	UTILIDAD	8,520.51	3.4%
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD = (TCIU)</b>	<b>49,557.85</b>	<b>20.0%</b>

**Desglose de costos indirectos**

<b>PERSONAL</b>	CANTIDAD	SUELDO	TOTAL
JEFE DE PROYECTO	0.2	2,000.00	400.00
ING. RESIDENTE	2	700.00	1,400.00
AYUDANTE ING.	1	350.00	350.00
BODEGUERO	1	300.00	300.00
GUARDIAS	1	270.00	270.00
<b>TOTAL MENSUAL</b>			<b>2,720.00</b>

<b>ADMINISTRATIVOS</b>	CANTIDAD	SUELDO	TOTAL
CONTADOR	1	700.00	700.00
SECRETARIA	1	300.00	300.00
MENSAJERO	1	270.00	270.00
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,270.00</b>
PROYECTOS SIMULTANEOS	2		635
<b>TOTAL MENSUAL</b>			<b>635.00</b>

<b>LOCALES PROVISIONALES</b>	CANTIDAD	P.UNIT.	TOTAL
OFICINA DE OBRA	1	100.00	100.00
CAMPAMENTO Y BODEGAS	1	100.00	100.00
		<b>SUBTOTAL MENSUAL 1</b>	<b>200</b>
<b>TOTAL MENSUAL</b>			<b>200.00</b>

<b>VEHICULOS</b>	CANTIDAD	P.UNIT.	TOTAL
<b>Camioneta:</b>			
COSTO CAMIONETA (MAYOR A 5 AÑOS DE USO)	1	60.00	60.00
COMBUSTIBLE	2	40.00	80.00
REPUESTOS, DEPRECIACION Y MANTENIM.	1	72.50	72.50
		<b>SUMA=</b>	<b>212.50</b>
# Camionetas:			1
<b>SUBTOTAL CAMIONETAS</b>			<b>212.50</b>

**TOTAL MENSUAL 212.50**

<b>SERVICIOS PUBLICOS</b>	CANTIDAD	P.UNIT.	TOTAL
LUZ ELECTRICA	1	20.00	20.00
AGUA POTABLE	1	25.00	25.00
TELEFONO OFICINAS	1	100.00	100.00
<b>SUBTOTAL SERV. PUBLICOS</b>			<b>145.00</b>
<b>TOTAL MENSUAL</b>			<b>145.00</b>

<b>PROMOCION</b>	CANTIDAD	P.UNIT.	TOTAL
ACTOS SOCIALES	1	100.00	100.00

**TOTAL MENSUAL 100.00**

<b>GARANTIAS</b>	CANTIDAD	P.UNIT.	TOTAL
SERIEDAD DE OFERTA	1	1,962.64	1,962.64
FIEL CUMPLIMIENTO	1	784.02	784.02
BUENA CALIDAD DE MATERIALES	1	437.67	437.67
ALL RISK	1	784.02	784.02
BUA	1	1,467.22	1,467.22

TOTAL GENERAL **5,435.58**

**TOTAL MENSUAL 1,087.12**

<b>SEGUROS</b>	CANTIDAD	P.UNIT.	TOTAL
IESS	14	51.75	724.50

**TOTAL MENSUAL 724.50**

<b>COSTOS FINANCIEROS</b>	CANTIDAD	P.UNIT.	TOTAL
SOBREGIRO 40.000 USD	1	250.00	250.00

**TOTAL MENSUAL 250.00**

<b>PREVENCION DE ACCIDENTES</b>	CANTIDAD	P.UNIT.	TOTAL
# OBREROS PROMEDIO:	14		
CASCOS (1 CADA 2 MESES)	7.00	3.58	25.06
BOTAS (1 PAR CADA 2 MESES)	7.00	12.50	87.50
GUANTES (2 PARES CADA MES)	28	1.58	44.24
MASCARILLAS (1 CADA SEMANA)	56	1.00	56.00
GAFAS (1 CADA MES)	14	2.00	28.00
IMPERMEABLES para un 20% (1 CADA 2 MESES)	1.4	5.00	7.00
ARNES para un 20% (1 CADA 6 MESES)	0.46666667	90.00	42.00

**TOTAL MENSUAL 289.80**

<b>IMPUESTOS DE LEY 4.1%</b>	CANTIDAD	P.UNIT.	TOTAL
GLOBAL 4.10%	1	3.1%	9,217.76

**TOTAL MENSUAL 9,217.76**

#### 6.1.4 CRONOGRAMA.

El cronograma está formado por una lista que recopila todos los elementos terminales de un proyecto, con las respectivas fechas previstas de comienzo y final.

Para nuestro proyecto se proponen 5 meses como tiempo total de ejecución de obra, detalle que se puede observar de mejor manera en el anexo correspondiente.

La creación de un proyecto demandará que quien asume la responsabilidad de su dirección y cumplimiento cumpla con todo aquello fundamental y necesario para lograr que este llegue a una adecuada conclusión. Un cronograma ayudará por supuesto a organizar tanto en tiempo y en forma aquello que se propone.

Dado que el cronograma básicamente lo que hace es proponer estimaciones de tiempo para el logro de cada objetivo que se propone, en la actualidad y gracias al fabuloso desarrollo de las herramientas informáticas, existen muchos programas de computación que facilitan el cálculo tedioso de los tiempos, porque realizan cronogramas de proyectos, calculando automáticamente los tiempos en cuestión. Asimismo, para quienes no sean expertos en computadoras, pueden hacer uso de la enorme variedad de libros y tutoriales que abundan acerca de la materia confección de un cronograma.

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 CONCLUSIONES.**

La implementación del sistema de alcantarillado pluvial contribuirá con el mejoramiento de las condiciones de vida actuales de la población así como permitirá, la optimización de recursos y el mejoramiento de las condiciones ambientales de la población.

La construcción de sistemas de alcantarillado independientes permitirá ejecutar la depuración de aguas servidas de manera más eficiente y por lo tanto más económica, pues los volúmenes de aguas pluviales son muy superiores a los provenientes de aguas residuales en proporción de 50 a 200 veces o más. Así, una planta de tratamiento es más económica si solo se encarga de tratar aguas residuales de cierto tipo.

El nivel de contaminación de los principales afluentes como el Caoní, Pizará, Blanco, se reducirá drásticamente, pues, al ejecutar una eficiente depuración de aguas negras, la calidad del fluido entregado a los cuerpos receptores permitirá que los mismos efectúen su correcta autodepuración.

Construir sistemas de alcantarillado independientes requerirá una mayor inversión inicial, pero esta se verá compensada con la disminución de costos operativos a mediano y largo plazo, eficiencia en el desempeño del sistema, mejoramiento de las condiciones ambientales y de salud en la población.

En el presente estudio no se considera el diseño del emisario de descarga ni su planta de tratamiento

## **7.2 RECOMENDACIONES.**

La implementación de las normas técnicas descritas en este documento, garantizan el correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado pluvial, y minimizan la probabilidad de fallas en el mismo, es necesario establecer un control periódico del cumplimiento de las recomendaciones sugeridas.

Ya que la construcción del alcantarillado se diseñó con tubería de PVC es prioritario controlar el acoplamiento de las tuberías con uniones elastoméricas, para evitar infiltraciones.

La participación activa de la población es prioritaria para la gestión y ejecución de la obra en mención, pues el presente estudio está limitado a la disponibilidad de recursos seccionales, surge de ahí la obligación y compromiso social que cada uno de los futuros beneficiarios destine a la consecución de tan importante proyecto para la comunidad.

De todo esto se desprende la necesidad de implementar un permanente monitoreo de todo el sistema, motivo por el cual se deberán aplicar las medidas de mitigación consideradas en el estudio de impacto ambiental, de tal manera que si es necesario ejecutar acciones complementarias a las propuestas, se las realicen con la brevedad del caso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ilustre Municipio de San Miguel de los Bancos, Dirección de Obras Públicas.
- Normas de diseño de alcantarillado para la EMMAP-Q 2009, redes de alcantarillado de aguas lluvias.
- Normas tentativas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado urbanos y rurales. Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias Quito, 1975.
- Código Ecuatoriano de la Construcción, Mapa sísmico del Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Dirección de Planificación, *censo de población y vivienda 2001*, TOMO I, II. Quito, 2001.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Estudio de lluvias intensas, 1999.
- Instituto Geográfico Militar, Mapa de climas Ecuador.
- Plastigama, Departamento de asistencia técnica, sistemas de tuberías de PVC y accesorios para alcantarillado.
- Cámara de la Construcción Quito, Análisis de precios unitarios con PROEXCEL.
- Ing. Patricio Jaramillo Tobar, Diseño de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas negras de San Miguel de los Bancos.
- Ing. Gastón Proaño, Informe geológico de la cuenca del río Talalá.
- Ambienconsul, estudios de impacto ambiental para obras civiles.
- Mecánica de los fluidos, Yunus A. Cengel Mc Graw-Hill pág. 679-683

- Hidráulica del flujo en canales abiertos Humbert Chanson Graw-Hill
- Hidráulica de los canales abiertos. Ven Te Chow.



# ANEXOS

# PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA

# DISEÑO PLUVIAL

# CURVAS DE INTENSIDAD

# MATRIZ CAUSA – EFECTO

# INDICES DE MANO DE OBRA

# PLANOS