

MANUAL DE CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO PARA LA ZONA COSTERA PACIFICA COLOMBIANA

JORGE ALBERTO LÓPEZ CARVAJAL

**Trabajo de grado presentado para optar por el título de
Ingeniero Civil**



Universidad del Valle

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA
PLAN DE INGENIERÍA CIVIL
SANTIAGO DE CALI
2011**

MANUAL DE CONSTRUCCION DE ALCANTARILLADO PARA LA ZONA COSTERA PACIFICA COLOMBIANA

JORGE ALBERTO LÓPEZ CARVAJAL

**Trabajo de grado presentado para optar por el título de
Ingeniero Civil**

Director:

HAROLD CARDENAS GRISALES



Universidad del Valle

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA
PLAN DE INGENIERÍA CIVIL
SANTIAGO DE CALI
2011**

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la oportunidad de estudiar mi carrera y haber encontrado los medios para poderla realizar.

A mi profesor y director de este proyecto Harold Cárdenas Grisales por su valiosa colaboración y por su direccionamiento, por haber participado en el mejoramiento del resultado final de este documento y por sus sabios consejos.

A mis padres primero por haber tenido fe en mis capacidades y por creer en mí hasta el último momento. Al resto de mi familia por la confianza brindada y el apoyo necesario en los momentos adecuados, especialmente a mi hija María Antonia, por ser mi punto de apoyo y darme el impulso necesario para salir adelante en el desempeño de mi carrera.

A la Sociedad de Acueducto y Alcantarillado de Buenaventura S.A. E.S.P. por haberme brindado el apoyo y la información requerida en el momento oportuno, para el desarrollo del estudio de estado de redes en el municipio de Buenaventura.

Al ingeniero Emilio Corrales Velasco jefe del Departamento de Ingeniería de las Empresas Municipales de Cali, por creer en mí y haberme dado la oportunidad de participar en la realización y control de proyectos, lo cual me brindo una mayor experiencia y conocimiento en el manejo del tema de diseño y ejecución de obras de alcantarillado.

A los demás profesionales y personas que de una u otra forma contribuyeron a mi enriquecimiento tanto personal como profesional, especialmente al ingeniero Gustavo Madariaga Peláez, quien ha sido un excelente compañero de trabajo y un amigo incondicional, a todos ellos mis sentidas gracias

RESUMEN

El municipio de Buenaventura, fundado el 14 de julio de 1540 por Juan de Ladrilleros, es el principal puerto marítimo de nuestro país, siendo la única Zona Especial Económica de Exportación sobre el Océano Pacífico Colombiano, el cual exporta toda la producción de azúcar y de melaza, así como el 80% de la producción de café, cuenta con minas de oro, platino, carbón mineral, cobre, manganeso, diatomita y tierras refractarias, y es la mayor área de reserva minera de Colombia, especialmente en bauxita, en la que el país con 350,000 millones de toneladas, ocupa el tercer lugar en Latinoamérica. Por lo tanto, Buenaventura representa para el país un activo estratégico para la actividad de comercio exterior a través del puerto marítimo y del establecimiento de corredores internacionales e internos para la movilización de importaciones y exportaciones.

Además, Buenaventura es un territorio rico en biodiversidad, recursos forestales y pesqueros. Las comunidades afro-colombianas, indígenas y mestizas que han habitado el territorio, históricamente han defendido su ancestro cultural y han cuidado el entorno natural de su hábitat, dejándole al país como herencia poder contar hoy con una de las eco-regiones más ricas en biodiversidad del planeta.

A pesar de esto, Buenaventura es quizás una de las ciudades con más nivel de subdesarrollo del país comparada con las demás ciudades principales del resto de Colombia, de acuerdo a la encuesta del hogares realizada en el año de 2003, por el municipio en conjunto con el DANE, demostró que la incidencia de la pobreza se encuentra en un nivel del 80.6% de la población, mientras que la indigencia alcanza un nivel de 43.5%. Esto se explica, entre otros factores, por el alto nivel de desempleo 29%, subempleo 35% y los bajos niveles salariales (el 63% de los empleados ganan menos del salario mínimo).

Por otra parte, Buenaventura es una ciudad con un alto régimen de lluvias dado a su ubicación geográfica, el municipio cuenta en promedio con 6,500 milímetros anuales, lo cual genera un alto nivel de aguas de escorrentía en las zonas urbana y rural. En épocas de invierno, las cuales son muy frecuentes en esta zona del país, es elevado el número de enfermedades de tipo sanitaria que se presentan en la región entre los sectores más necesitados del municipio, Además, como punto adicional a esta situación la red de alcantarillado existente en el municipio, tiene un alto número de conexiones erradas, los cuales en ciertos tramos hacen su funcionalidad prácticamente nula.

Las redes de alcantarillado cubren el 82,97% del área urbana, pero se presentan problemas de conexión y deficiencias en la recolección de aguas residuales por falta de interceptores o por deficiencia de los existentes en puntos específicos, lo cual genera un alto número de vertimientos al sistema de caños y quebradas que atraviesan la ciudad.

En investigaciones realizadas, de acuerdo a varios proyectos de reposición de alcantarillados, se han encontrado tramos completos de tubería, en los cuales no se encontraba ninguna conexión domiciliar presente, esto hace que en la mayoría de su recorrido la red sanitaria no esté prestando ningún servicio, lo cual es un despilfarro para el municipio, tanto en mano de obra, como en recursos y tiempo.

A partir de especificaciones técnicas y planos de las características principales de elementos de alcantarillado en el municipio de Buenaventura, se elaboro en este documento una cartilla la cual será puesta a evaluación y consideración del equipo técnico, tanto ingenieros como maestros de obra que trabajen en el campo de la construcción de alcantarillado, para que den su calificación mediante encuesta de la eficacia y aplicabilidad de este documento, y si es necesario, realizar las correcciones correspondientes al documento según su evaluación.

ALCANCE

El objetivo general de este documento es ser una guía o brindar una herramienta gratuita simplificada al alcance de las personas que no tengan los estudios ni la experiencia de cómo se proyecta o se construye un alcantarillado o una red de saneamiento básico, para poder ejecutar de manera simplificada pero precisa, las obras de alcantarillado y poder así evacuar las aguas tanto de origen pluvial como las de tipo sanitario o combinado.

Como objetivo específico, este manual pretende brindar los pasos básicos para la ejecución de cada uno de los pasos que se llevan a cabo durante la ejecución de una obra de este tipo, detallando tanto como sea posible y paso a paso cada uno de los diferentes elementos principales que la componen.

También puede servir como apoyo a los profesionales de la Ingeniería Civil o Sanitaria, que no sean de la región y que no conozcan las características típicas de cada uno de los elementos que componen un proyecto de redes de alcantarillado, ya que por ejemplo las especificaciones técnicas de alcantarillado son diferentes entre el Municipio de Buenaventura y Santiago de Cali o entre otros municipios.

Inicialmente el desarrollo del manual se aplicaba solamente para el municipio de Buenaventura, pero gracias a las observaciones de profesionales expertos en el tema se recomienda el uso de esta para municipios de la zona costera pacífica colombiana, en las que las condiciones de suelos que se encuentren sean iguales o similares a las dadas en el municipio de Buenaventura.

TABLA DE CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	12
1.1	UBICACIÓN FÍSICO-POLÍTICA Y CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA.....	12
1.1.1	Ubicación físico-política del municipio de Buenaventura	12
1.1.2	Ubicación climática del municipio de Buenaventura	13
2	TIPOS DE ALCANTARILLADO COMUNMENTE USADOS	15
2.1	Alcantarillados convencionales	15
2.1.1	Alcantarillado convencional combinado	15
2.1.2	Alcantarillado convencional separado	16
2.2	Alcantarillados no convencionales	17
2.2.1	Alcantarillados simplificados	17
2.2.2	Alcantarillados condominiales	17
2.2.3	Alcantarillados sin arrastre de sólidos	17
2.3	Sistemas In Situ	18
3	ESCENARIO	19
3.1	ESTADO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO EN EL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA.....	19
3.1.1	Estructuras colmatadas	20
3.1.2	Estructuras cubiertas con material.....	20
3.1.3	Estructuras con las tapas selladas	21
3.1.4	Tramos en mal estado	21
3.1.5	Cobertura de la Red	22
3.1.6	Sedimentación en las conducciones.....	23
3.1.7	Tuberías en materiales obsoletos.....	23
4	MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO	24
4.1	PROCESO CONSTRUCTIVO	24

4.1.1	Alineamiento de tramos o tuberías	24
4.1.2	Profundidad mínima de colectores y distanciamiento horizontal y vertical entre colectores	26
4.1.3	Ubicación tuberías y acometidas domiciliarias para colectores combinados	26
4.2	Elementos principales de un alcantarillado sanitario, pluvial o combinado	28
4.2.1	Cajas de Inspección domiciliarias	29
4.2.1.1	Procedimiento para la construcción de la caja domiciliar	32
4.2.2	Acometidas domiciliarias	33
4.2.2.1	Instalación de Silla Yee para acometidas domiciliarias.....	36
4.2.2.2	Ancho de Zanja	38
4.2.3	Protección de excavaciones	41
4.2.3.1	Entibado Tipo 1 – Apuntalamiento en madera	41
4.2.3.2	Entibado Tipo 1A – Entibado Discontinuo de Madera.....	42
4.2.3.3	Entibado Tipo 2 – Entibado Continuo de Madera.....	43
4.2.3.4	Entibado Tipo 3 – Entibado Metálico – Madera.....	43
4.2.3.5	Entibado Tipo 1A (Alternativo)	45
4.2.3.6	Entibado Tipo 2 (Alternativo).....	46
4.2.3.7	Retiro de entibados	47
4.2.4	Pilotes de madera.....	47
4.2.4.1	Pilotes de madera para entibados.....	47
4.2.4.2	Pilotes de madera para cimentación	49
4.2.5	Colocación de los tubos.....	49
4.3	Rellenos	50
4.3.1	Tipos de relleno	50
4.3.1.1	Relleno Tipo 1.....	50
4.3.1.2	Relleno Tipo 2.....	51
4.3.1.3	Relleno Tipo 3.....	52

4.3.1.4	Relleno Tipo 4.....	53
4.3.1.5	Relleno Tipo 5	53
4.3.1.6	Relleno Tipo 6	54
4.3.1.7	Rellenos de Concretos para Tuberías.....	54
4.4	Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles	57
4.5	Cimentaciones para Tuberías	58
4.5.1	Cimentación Típica de tubería para Pavimentos Flexibles	58
4.5.2	Cimentación Típica de tubería para Pavimentos Rígidos en Concreto de Cemento Portland	59
4.5.3	Cimentación Típica de tubería para Andenes.....	60
4.5.4	Cimentación Típica de tuberías en Suelos Blandos de Baja Consistencia o Lodos	61
4.5.5	Cimentación Típica de Tuberías con Profundidades menores a 0.90 m	62
4.5.6	Cimentación Típica de tuberías con Pendientes entre 20% y 33% ...	63
4.5.7	Cimentación Típica de tubería para Vías y Andenes en Adoquín	64
4.6	Otras Estructuras en Concreto.....	65
4.6.1	Sardineles.....	65
4.6.2	Cámaras o Pozos de Inspección	66
4.7	Cámaras de Caída	75
4.7.1	Sumideros	77
4.7.1.1	Sumidero Sencillo de Rejilla Horizontal	78
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
6	GLOSARIO	83
7	BIBLIOGRAFIA.....	86
8	REFERENCIA DE FIGURAS.....	87
9	ANEXOS.....	94

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa Físico-Político del Departamento del Valle del Cauca.....	12
Figura 1.2 Mapa Climático de Colombia	13
Figura 1.3 Mapa de Precipitación media anual en Colombia	14
Figura 3.1 División del municipio por comunas	19
Figura 3.2 Porcentaje de estructuras colmatadas	20
Figura 3.3 Porcentaje de estructuras cubiertas	20
Figura 3.4 Porcentaje de estructuras con tapa sellada	21
Figura 3.5 Porcentaje de tramos en mal estado.....	21
Figura 3.6 Porcentaje de tipos de tubería	22
Figura 3.7 Porcentaje de área con cobertura de la red	22
Figura 3.8 Porcentaje de tubería sedimentada.....	23
Figura 4.1 Ejemplo de alineamiento y trazado de colectores	25
Figura 4.2 Orden recomendado de ejecución de las obras	25
Figura 4.3 Profundidades Mínimas de colectores	26
Figura 4.4 Ubicación Caja y separación vertical entre colectores.	27
Figura 4.5 Alineación horizontal para Acometidas en Pavimento Flexible.	27
Figura 4.6 Alineación horizontal para Acometidas en Pavimento Rígido.	28
Figura 4.7 Vista en Planta de Caja domiciliar.....	29
Figura 4.8 Corte de Caja domiciliar	30
Figura 4.9 Agarradera Tipo Argolla para Tapa de Caja Domiciliar	30
Figura 4.10 Agarradera Tipo Manija para Tapa de Caja Domiciliar.....	31
Figura 4.11 Planta de Tapa Caja Domiciliar.....	31
Figura 4.12 Detalle isométrico de acometidas en pavimento rígido.	34
Figura 4.13 Detalles de acometidas domiciliarias.	35
Figura 4.14 Marcación del agujero para Acometida	36
Figura 4.15 Perforación de tubo para Acometida	36
Figura 4.16 Corte de Tubería para Acometida domiciliaria	37

Figura 4.17 Eliminación de rebordes para Acometida	37
Figura 4.18 Sellado de Agujero para Acometida	37
Figura 4.19 Colocación de silla Yee	38
Figura 4.20 Amarre de silla Yee	38
Figura 4.21 Secciones transversales de zanjas.	40
Figura 4.22 Esquema típico de Entibado Tipo 1.....	41
Figura 4.23 Esquemas típico de Entibado Tipo 1A.	42
Figura 4.24 Esquema típico de Entibado Tipo 1A.	43
Figura 4.25 Esquema típico de Entibado Tipo 3.....	44
Figura 4.26 Esquema típico de Entibado Tipo 1A alternativo.....	45
Figura 4.27 Esquema típico de Entibado Tipo 2 alternativo	46
Figura 4.28 Esquema típico de pilotes para entibado	48
Figura 4.29 Isometría de anclaje para tuberías	55
Figura 4.30 Corte Transversal de Collar de Concreto	56
Figura 4.31 Corte Longitudinal de Collar de Concreto	56
Figura 4.32 Cimentación Típica de tubería para Vías de Pavimento Flexible	58
Figura 4.33 Cimentación Típica de tubería para vías de Pavimento Rígido.....	59
Figura 4.34 Cimentación Típica de tubería para Andenes	60
Figura 4.35 Cimentación Típica de tubería para Suelos Blandos.....	61
Figura 4.36 Cimentación Típica de tubería para Profundidades iguales o menores a 0.90 m	62
Figura 4.37 Cimentación Típica de tubería para Pendientes entre 20% y 33%	63
Figura 4.38 Cimentación Típica de tubería para Vías y Andenes en Adoquín	64
Figura 4.39 Medidas de Sardiné para Pavimento Flexible	65
Figura 4.40 Medidas de Sardiné para Pavimento Rígido	65
Figura 4.41 Dimensiones básicas para los Pozos o Cámaras de Inspección	67
Figura 4.42 Corte lateral de la Placa de Fondo del Pozo de Inspección	68
Figura 4.43 Detalle del Pasa muro del Pozo	69

Figura 4.44 Detalle Fleje Peldaños y Primera Fase de Fundición del Cilindro del Pozo	70
Figura 4.45 Detalle de corte Muro de cilindro del Pozo de Inspección.....	70
Figura 4.46 Ilustración de la separación vertical entre peldaños del Pozo de Inspección	71
Figura 4.47 Detalle del Fleje de Placa Superior del Pozo de Inspección	71
Figura 4.48 Refuerzo de Placa Superior del Pozo de Inspección	72
Figura 4.49 Colocación del Acero de refuerzo en la Placa Superior del Pozo	72
Figura 4.50 Medidas y forma Anillo Central de la Placa Superior del Pozo	73
Figura 4.51 Detalles Constructivos de Placa Superior del Pozo de Inspección	73
Figura 4.52 Detalles de Tapa de Acceso del Pozo de Inspección.....	74
Figura 4.53 Ilustración de diferencia entre cotas batea de llegada y de salida	75
Figura 4.54 Detalles de Cámara de Caída	76
Figura 4.55 Planta Sumidero Sencillo de Rejilla Horizontal	78
Figura 4.56 Corte Longitudinal de Sumidero Sencillo de Rejilla Horizontal.....	79
Figura 4.57 Detalle de Viga Transversal de Sumidero	80
Figura 4.58 Planta de Rejilla Horizontal de Sumidero	80
Figura 4.59 (a) Corte Transversal Rejilla Sumidero; (b) Corte Longitudinal Rejilla Sumidero	81
Figura 4.46 Planta Tapa Sumidero.....	81

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Caracterización de la red por diámetro y material	23
Tabla 4.1 Anchos de Zanja para tubería de PVC	39
Tabla 4.2 Anchos de Zanja para tubería de GRP.....	39
Tabla 4.3 Distancia máxima entre anclajes según la pendiente.....	54

1 ANTECEDENTES

1.1 UBICACIÓN FÍSICO-POLÍTICA Y CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA

1.1.1 Ubicación físico-política del municipio de Buenaventura

El municipio de Buenaventura se localiza en Colombia en el Departamento del Valle del Cauca A $3^{\circ} 53' 47''$ de latitud norte y $77^{\circ} 04' 40''$, latitud oeste. Es un puerto de la isla cascajal en la Bahía del Chocó, es un municipio costero con una altura promedio de siete (7) metros sobre el nivel del mar, pero sin embargo, maneja cambios de altura o pendientes considerables dentro de su área urbana. Los cuales serán elementales a la hora de decidir los criterios de construcción de un alcantarillado, así sea a nivel artesanal.

En la Figura 1.1 se aprecia la ubicación del municipio de Buenaventura dentro del Departamento del Valle del Cauca y en la Costa Pacífica colombiana.



Figura 1.1 Mapa Físico-Político del Departamento del Valle del Cauca

1.1.2 Ubicación climática del municipio de Buenaventura

El municipio de Buenaventura está ubicado en una región de clima húmedo, y su temperatura varía entre los 24°C y 32°C, el promedio de lluvias anual es de 6,500 milímetros el cual es muy variable dentro de cada uno de los meses del año.

En la Figura 1.2 se puede observar el mapa climático de nuestro país, en el cual puede detallarse la situación en que se encuentra la ciudad de Buenaventura, y en general la Costa Pacífica Colombiana.

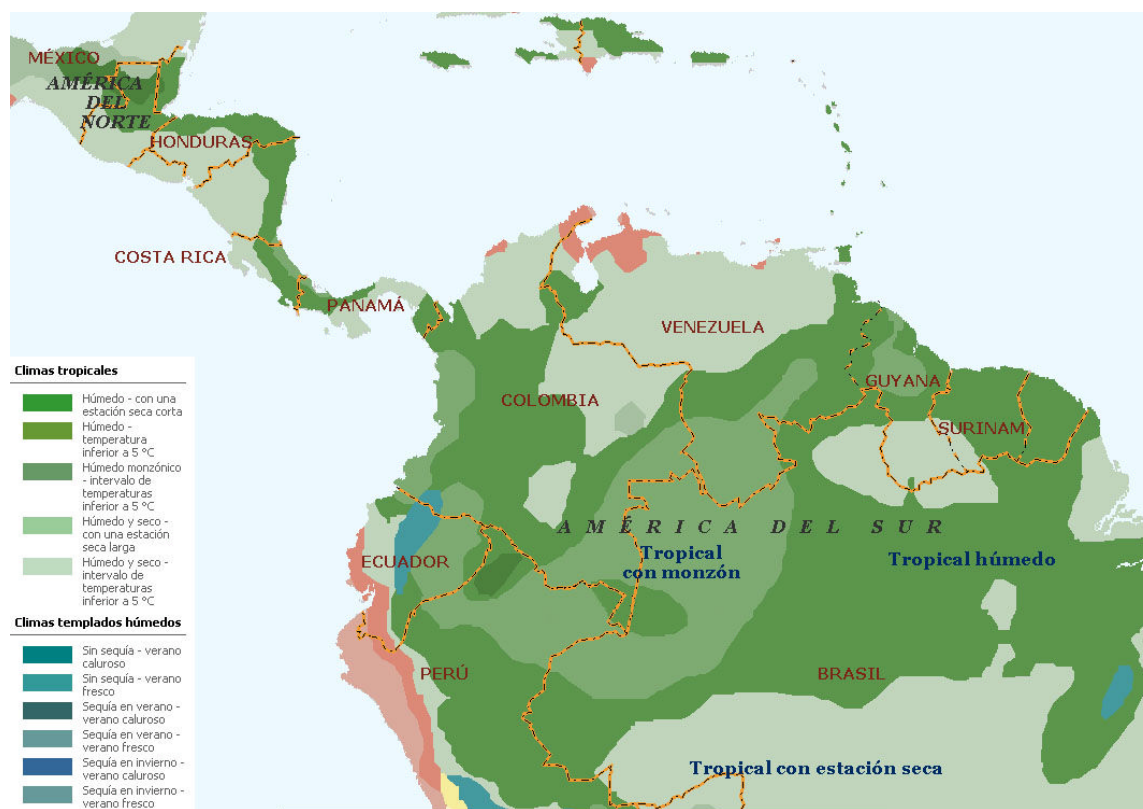


Figura 1.2 Mapa Climático de Colombia

En la Figura 1.3 que se presenta a continuación puede observarse la cantidad de Precipitación media anual medida en centímetros de nuestro país, en el cual se puede apreciar que en la Costa Pacífica se presenta un alto nivel de lluvia, por lo cual se hace necesario un método de evacuación de aguas pluviales para evitar la proliferación de enfermedades.

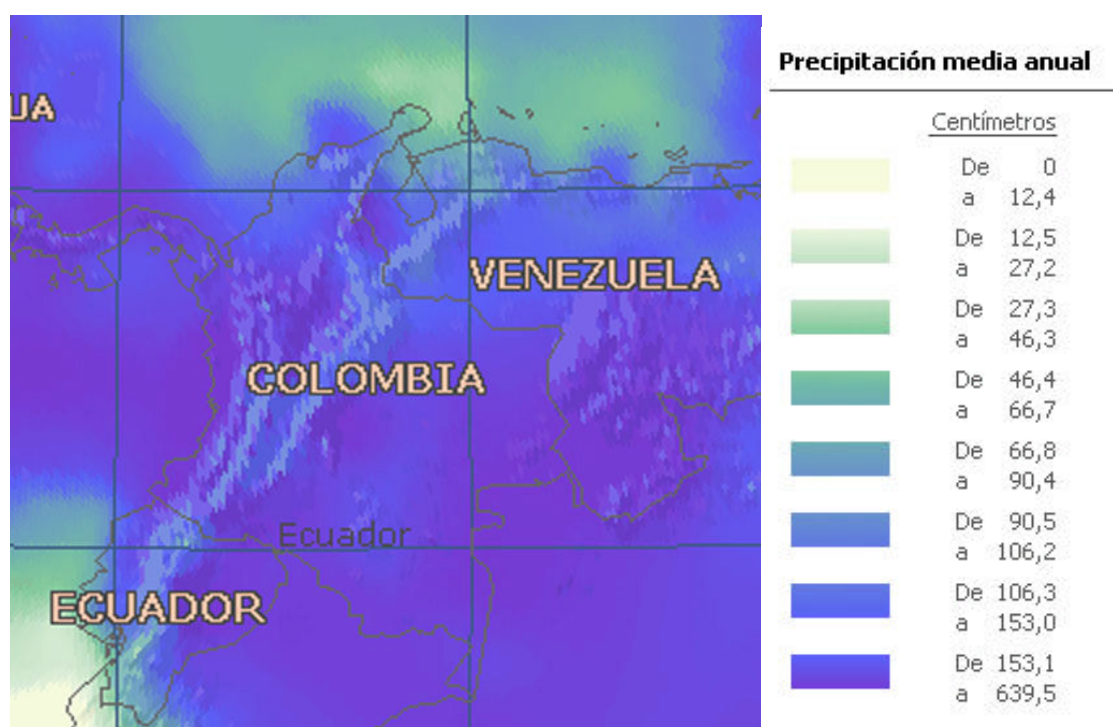


Figura 1.3 Mapa de Precipitación media anual en Colombia

Por lo anterior se puede apreciar que el volumen de aguas de escorrentía es alto en el municipio de Buenaventura, por lo cual es necesario contar con la forma de evacuar el exceso de aguas producido por la lluvia al igual que las aguas derivadas de las actividades residenciales, a continuación se dará una breve descripción de los tipos de alcantarillados usados para la evacuación de aguas tanto pluviales como residuales.

2 TIPOS DE ALCANTARILLADO COMUNMENTE USADOS

Los alcantarillados se dividen en tres clases, las cuales a su vez se dividen en otras ramas de construcción de sistemas de evacuación de aguas residuales y/o pluviales.

Los tipos principales de alcantarillados son:

- Alcantarillados convencionales.
- Alcantarillados no convencionales.
- Sistemas In Situ.

2.1 Alcantarillados convencionales

Estos son los sistemas de evacuación más comunes, aunque también son los más costosos, en estos se transporta los caudales de aguas residuales y/o pluviales hasta el sitio de descarga final y este se divide en dos tipos según el tipo de caudal que transporte:

- Alcantarillado combinado
- Alcantarillado separado.

2.1.1 Alcantarillado convencional combinado

En este tanto las aguas residuales como las pluviales son transportadas por el mismo sistema, las aguas lluvias son captadas por medio de los sumideros los cuales drenan directamente a los colectores secundarios o principales, como el volumen de caudal de aguas lluvias es extremadamente superior al caudal de aguas residuales domésticas y/o industriales, este caudal es el que prima en el diseño de este tipo de alcantarillado. En este tipo de sistema es frecuente el uso de estructuras de separación de caudales para el posterior tratamiento de aguas residuales.

El alcantarillado combinado se usa generalmente en zonas de alta densidad poblacional, en donde no se pueda usar otro sistema de evacuación de aguas y en zonas donde los volúmenes anuales de agua residual sean mayores que los volúmenes anuales de aguas pluviales. Además, de los dos sistemas convencionales es el menos costoso.

2.1.2 Alcantarillado convencional separado

En este sistema las aguas residuales van separadas de las aguas pluviales, o sea que se cuenta con un alcantarillado sanitario para evacuar las aguas residuales domésticas o industriales, mientras que se tendrá un sistema de alcantarillado de aguas lluvias el cual tendrá tuberías de muchísima mayor dimensión que las empleadas para el alcantarillado sanitario.

El alcantarillado sanitario se aplica a casi todas las poblaciones que no cuenten con un sistema de drenaje apropiado para la evacuación de las aguas residuales y/o domésticas, y para la construcción de este debe consultarse a la entidad ambiental competente en cada región y además debe hacerse un estudio del impacto que generará la descarga de las aguas negras en el cuerpo receptor.

El alcantarillado pluvial es aplicable a aquellas zonas en donde realmente se requiera, ya que si el nivel de pluviosidad es muy bajo, las aguas de escorrentía pueden drenarse mediante cunetas construidas a ambos lados de las vías

2.2 Alcantarillados no convencionales

Estos sistemas se han venido implementando en las últimas décadas debido al bajo costo que ellos requieren para su construcción, pero estos alcantarillados requieren un mejor diseño y/o una mejor operación y mantenimiento del sistema para que este funcione correctamente. En estos sistemas se pueden encontrar las siguientes clases de alcantarillados:

- Alcantarillados simplificados.
- Alcantarillados condominiales.
- Alcantarillados sin arrastre de sólidos.

2.2.1 Alcantarillados simplificados

Este funciona en principio igual que un sistema de alcantarillado sanitario convencional pero teniendo en cuenta diseños y proceso de construcción especial que permita disminuir el diámetro de las tuberías, y también contando con mejores equipos y/o técnicas para el mantenimiento lo cual permite reducir el número de cámaras de inspección, generando así un menor costo de inversión.

2.2.2 Alcantarillados condominiales

Este sistema recoge las aguas residuales de un número de viviendas determinado mediante alcantarillados simplificados y luego son llevadas a un colector principal de la red de alcantarillado existente en el municipio.

2.2.3 Alcantarillados sin arrastre de sólidos

En este sistema los sólidos son retenidos en un tanque interceptor comúnmente llamado una trampa de sólidos donde estos quedan atrapados hasta que se degradan, por lo cual el caudal que transportará el alcantarillado es menor y más

importante aún, es líquido no sedimentable por lo cual se reducirán el diámetro de las tuberías necesarias y el sistema funcionara a gravedad, tampoco se necesitará un sistema muy profundo.

2.3 Sistemas In Situ

Otro tipo de sistemas que se presentan, generalmente en zonas con baja densidad de población o zonas rurales, son los sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales tales como letrinas, pozos sépticos, tanques de sedimentación y campos de riego. Este es el sistema más económico, pero es aplicable solamente el uso del suelo urbano lo permita.

3 ESCENARIO

De acuerdo a estudios realizados por entidades públicas y privadas, además, de la experiencia obtenidas en campo en el municipio de Buenaventura, tanto propias como de profesionales allegados, se presenta a continuación el estado en que se ha encontrado y se encuentra en gran parte la red en el municipio.

3.1 ESTADO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO EN EL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA

El municipio de Buenaventura cuenta con un área aproximada de 1.373,48 hectáreas, y su sistema de alcantarillado se divide en dos sectores, el que corresponde a la zona continental con un área aproximada de 1.008,00 hectáreas y el que corresponde a la isla con un área aproximada de 365,48 hectáreas; de estudios realizados se demostró que el estado de las redes en el municipio de Buenaventura aún no se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento.

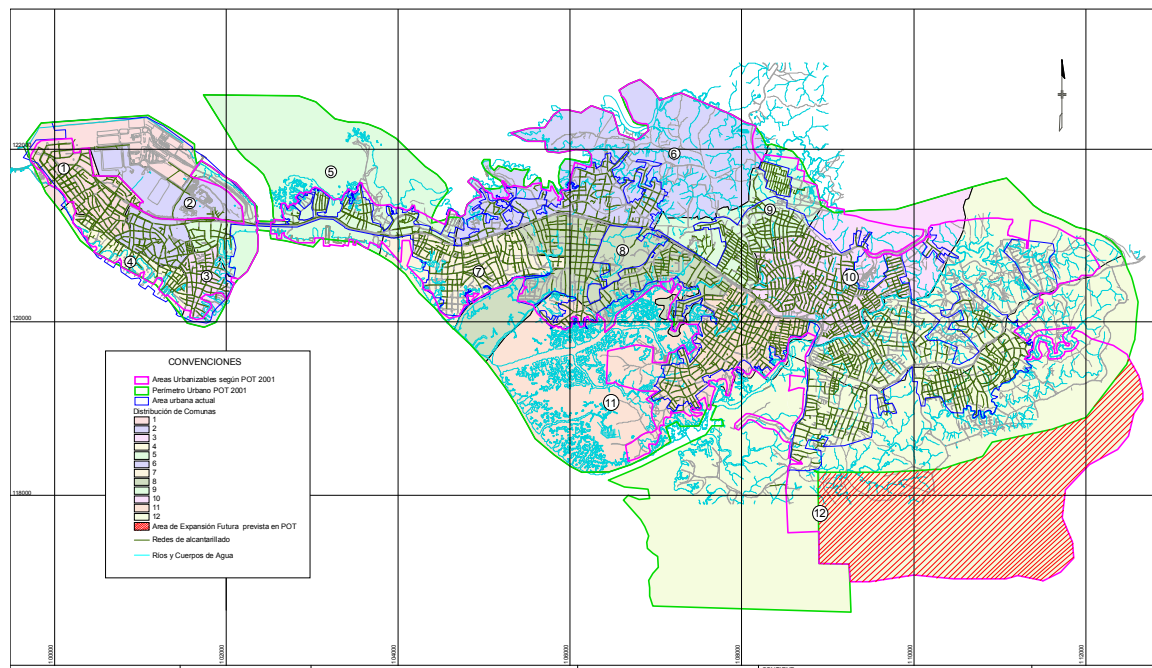


Figura 3.1 División del municipio por comunas

A continuación se presenta un resumen del estado de las redes en el municipio de Buenaventura, estudio que fue contratado por Hidropacífico y la SAAB con una entidad privada para tener una certera evaluación del alcantarillado en el municipio.

3.1.1 Estructuras colmatadas

Existen aproximadamente 430 estructuras colmatadas, las cuales corresponden aproximadamente al 6,0% del total, siendo uno de los sectores con más perjuicio el sector del barrio la inmaculada, por ser una zona muy afectada por la marea.

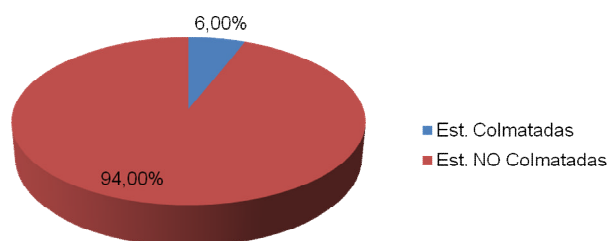


Figura 3.2 Porcentaje de estructuras colmatadas

3.1.2 Estructuras cubiertas con material

Existen aproximadamente 443 estructuras cubiertas con materiales como losas de pavimento en concreto, y otros materiales de construcción o construcciones de viviendas o edificaciones lo cual corresponde aproximadamente al 6,2% del total.

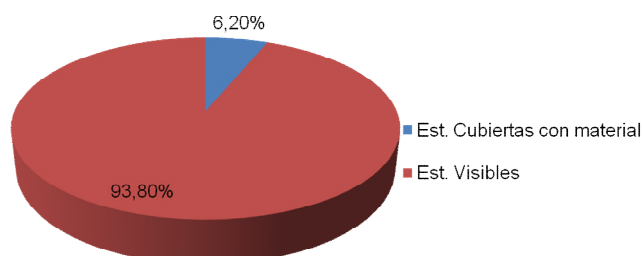


Figura 3.3 Porcentaje de estructuras cubiertas

3.1.3 Estructuras con las tapas selladas

Existen aproximadamente 279 tapas de estructuras selladas con cemento u otros materiales, o algunas que fueron fundidas In situ lo cual corresponde aproximadamente al 4,0% del total.

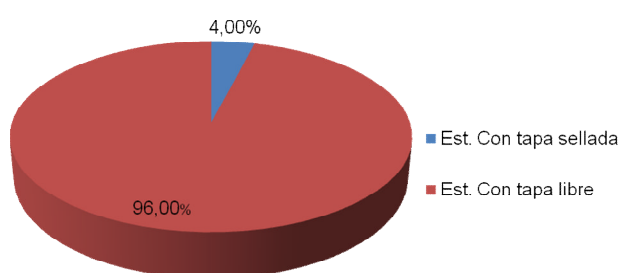


Figura 3.4 Porcentaje de estructuras con tapa sellada

3.1.4 Tramos en mal estado

Existen aproximadamente 4769.89 metros de conducciones en mal estado, los cuales corresponden aproximadamente al 2,0% de la longitud de la red.

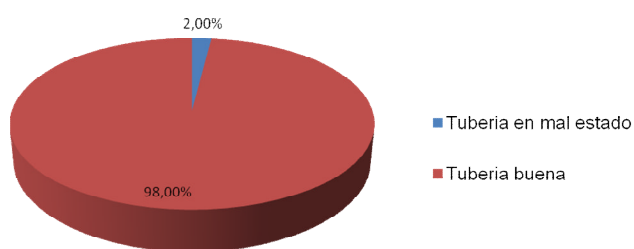


Figura 3.5 Porcentaje de tramos en mal estado

De las tuberías que se encuentran en mal estado, se encontró que de estas aún se encuentran tuberías en material de concreto con una longitud aproximada de 3.341,32 metros, las cuales corresponden al 70,05% del total de tubería en mal

estado, a comparación de las tuberías en PVC encontradas las cuales son del orden de 762,26 metros aproximadamente y que corresponden al 15,98% del total; no se pudo clasificar el material por estar tapada la tubería en 666,33 metros el cual corresponde al 13,97% del total de tubería en mal estado.

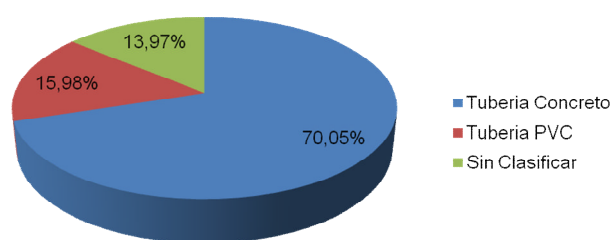


Figura 3.6 Porcentaje de tipos de tubería

3.1.5 Cobertura de la Red

El área urbana que cuenta con cobertura de alcantarillado es aproximadamente de 1.139,55 hectáreas, el cual corresponde al 82,97% del área total; y el área que no cuenta con cobertura de alcantarillado sanitario es aproximadamente de 233,93 hectáreas, el cual corresponde al 17,03% del área total.

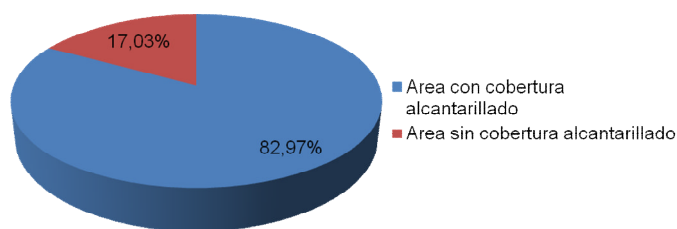


Figura 3.7 Porcentaje de área con cobertura de la red

3.1.6 Sedimentación en las conducciones

En general se puede afirmar que más del 90,0% de las redes tienen más de 10 años de edad, y además que el 35,54% de la red presenta una sedimentación que tapona más del 21% de altura del conducto.

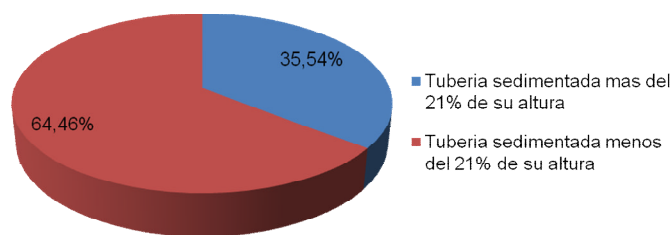


Figura 3.8 Porcentaje de tubería sedimentada

3.1.7 Tuberías en materiales obsoletos

En general se tiene para el municipio una caracterización de las redes de alcantarillado sanitario según el diámetro de tubería y el tipo de material como se muestra en la tabla 3.1

Diámetro	Material					Total (Km)	Porcentaje
	Concreto (Km)	Gres (Km)	Ladrillo (Km)	PVC (Km)	Sin Identificar (Km)		
2" - 6"	0,41	0,16	--	0,58	--	1,15	0,48%
8" - 12"	110,02	0,69	0,03	38,05	0,34	149,13	62,45%
14" - 20"	28,65	0,09	0,02	4,95	0,13	33,84	14,17%
22" - 1 m	14,19	--	--	2,83	0,07	17,09	7,16%
1.1 m - 1.5 m	1,2	--	--	0,03	--	1,23	0,52%
1.6 m - 2 m	0,46	--	--	--	--	0,46	0,19%
> 2 m	0,15	--	--	--	--	0,15	0,06%
Box Coulvert	2,23	--	--	0,05	0,02	2,3	0,96%
Sin Identificar	1,24	--	--	0,17	32,05	33,46	14,01%
Total	158,55	0,94	0,05	46,66	32,61	238,81	100%

Tabla 3.1 Caracterización de la red por diámetro y material

4 MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO

A continuación se presenta la guía para ejecutar la construcción de una red de alcantarillado en el municipio de Buenaventura, donde se enunciara de la manera más clara posible los pasos de ejecución de cada uno de los diferentes elementos que componen una red, cabe anotar que no se describirán los procesos de algunos elementos complejos o sistemas independientes tales como lo son por su magnitud las plantas de tratamiento de aguas residuales, con sus respectivos elementos, ni elementos de una red como cámaras o estructuras especiales o estructuras de separación de caudales, ya que estos son específicos para un determinado proyecto, dadas las condiciones particulares de la comunidad que las necesite.

4.1 PROCESO CONSTRUCTIVO

Ahora que se han presentado los resultados del diagnostico de redes, el paso siguiente es el proceso constructivo, para lo cual se describirá paso a paso las especificaciones mínimas que debe tener un sistema de alcantarillado sanitario, pluvial o combinado.

4.1.1 Alineamiento de tramos o tuberías

En general el alineamiento de las tuberías de alcantarillado es el mismo alineamiento de las calles, salvo que las condiciones económicas o topográficas no lo permitan; estos se pueden construir en los andenes o dentro de las manzanas para sistemas de alcantarillado condominiales.

Cuando haya cambio de dirección en las esquinas se deben conectar los tramos por medio de una estructura de conexión o cámara de inspección. En la Figura 4.1 se muestra un ejemplo del alineamiento de tuberías, nótese el cambio de dirección por medio de cámaras.

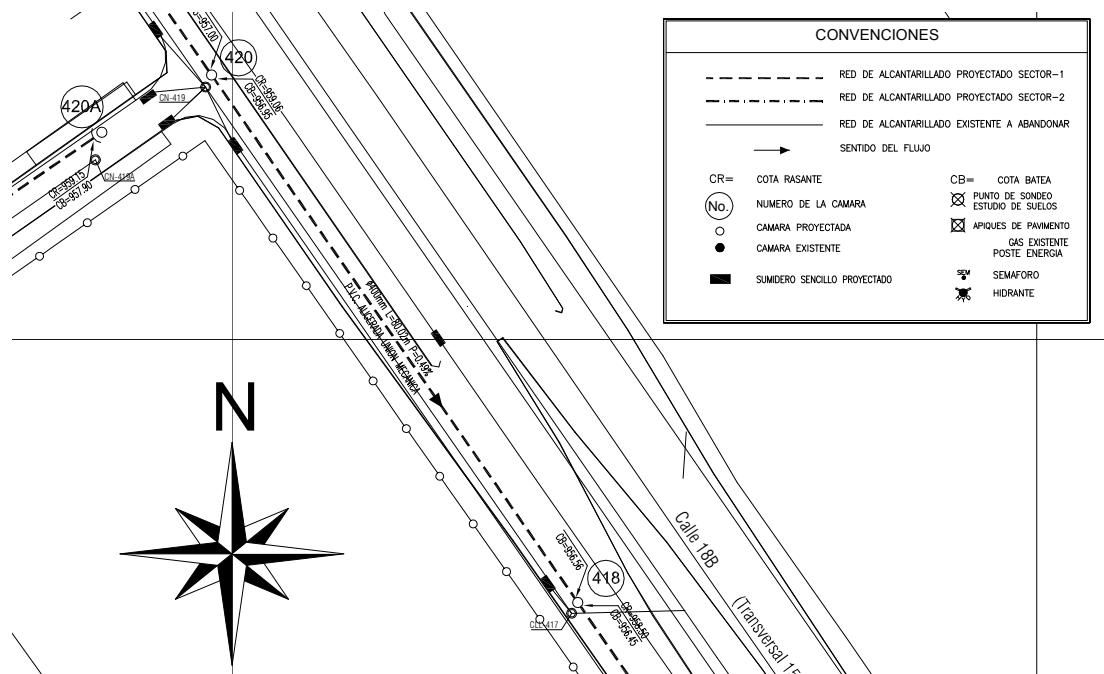


Figura 4.1 Ejemplo de alineamiento y trazado de colectores

Ahora bien, se recomienda que al ejecutar la red se inicie desde los colectores y cámaras ubicados en las partes más bajas del proyecto, y se avance la construcción en el sentido contrario a la corriente de aguas residuales, ya sea tanto en proyectos de alcantarillado nuevos como de reposición, esto con el fin de disminuir el exceso de aguas residuales, y así poder trabajar con más comodidad, esto se ilustra en la Figura 4.2

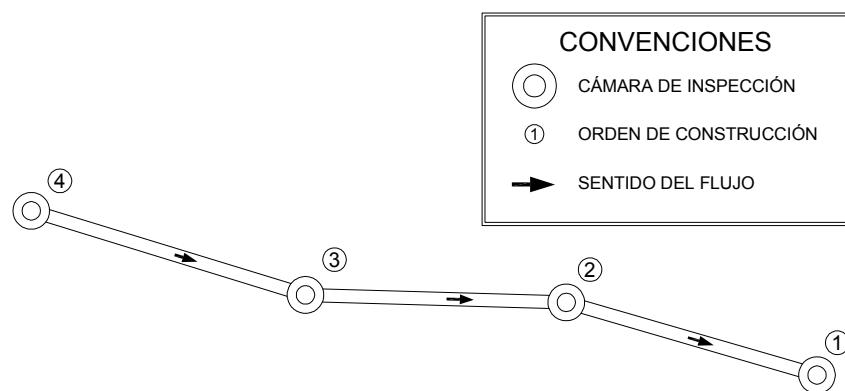


Figura 4.2 Orden recomendado de ejecución de las obras

4.1.2 Profundidad mínima de colectores y distanciamiento horizontal y vertical entre colectores

La profundidad mínima para colectores tanto combinados como separados recomendada está definida según el tipo de vía que haya encima del colector, y esta se toma como la diferencia entre cota rasante y cota clave, es decir, entre el nivel de la vía y la parte superior de la tubería. Siendo setenta y cinco (75) centímetros para vías peatonales o zonas verdes y uno punto dos (1.2) metros para vías vehiculares. En la Figura 4.3 se ilustra más claramente este punto.

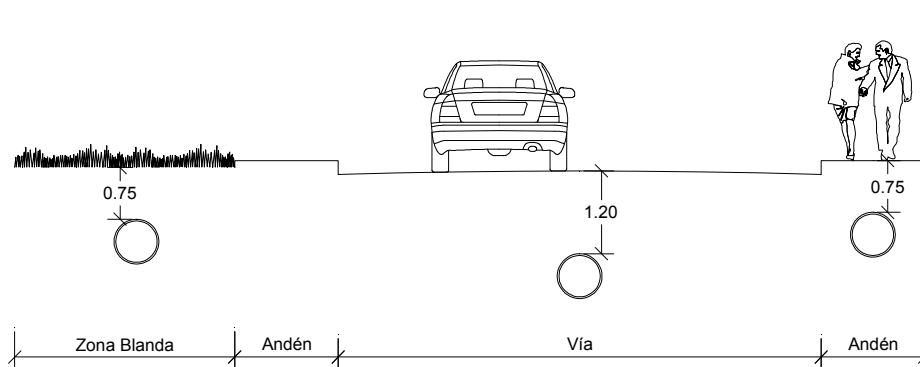


Figura 4.3 Profundidades Mínimas de colectores

4.1.3 Ubicación tuberías y acometidas domiciliarias para colectores combinados

Cuando el alcantarillado es combinado, el colector o tubería se ubica sobre el eje de la vía, la distancia o alineación vertical respecto a otras redes es la misma que para el alcantarillado separado, o sea una diferencia mínima de treinta (30) centímetros entre tuberías o colectores.

Se recomienda construir la caja domiciliaria para alcantarillado combinado a cincuenta (50) centímetros de la línea de antejardín. Esta caja domiciliar puede ser en ladrillo o en concreto y sus especificaciones se darán más adelante.

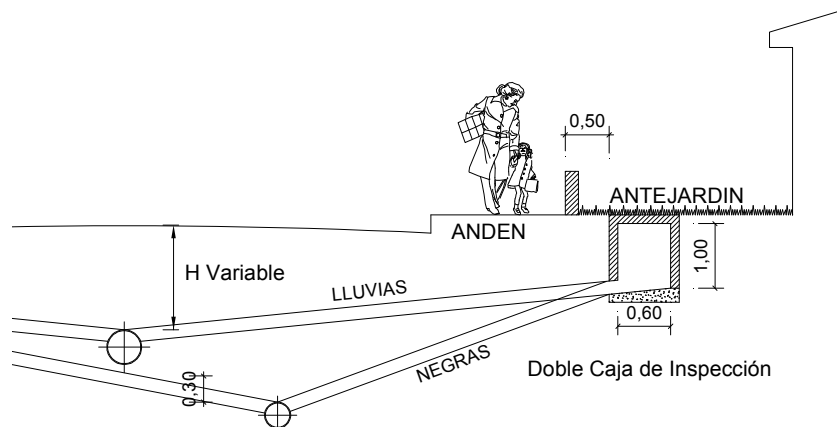


Figura 4.4 Ubicación Caja y separación vertical entre colectores.

La tubería de la acometida debe llegar al colector con un ángulo de cuarenta y cinco (45°) grados; igual que para el alcantarillado separado. La conexión de la acometida domiciliar al colector se hará por medio de una silla Yee.

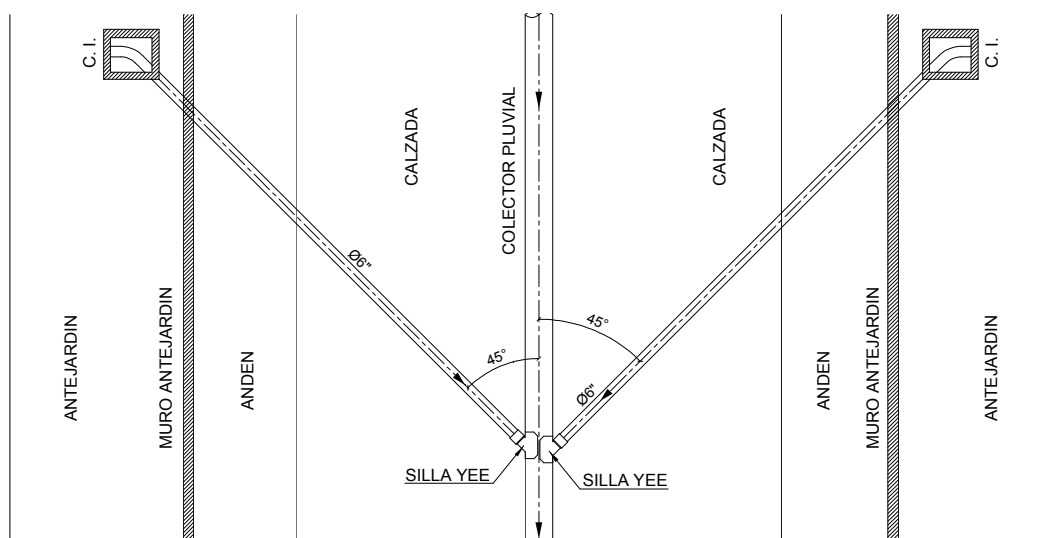


Figura 4.5 Alineación horizontal para Acometidas en Pavimento Flexible.

También es recomendable que para vías de concreto se llegue en línea recta hasta el colector, y después se conecte al colector por un codo de cuarenta y cinco (45°) grados y con un niple de treinta (30) o cincuenta (50) centímetros de longitud; esto con el fin de evitar mayores daños en el pavimento.

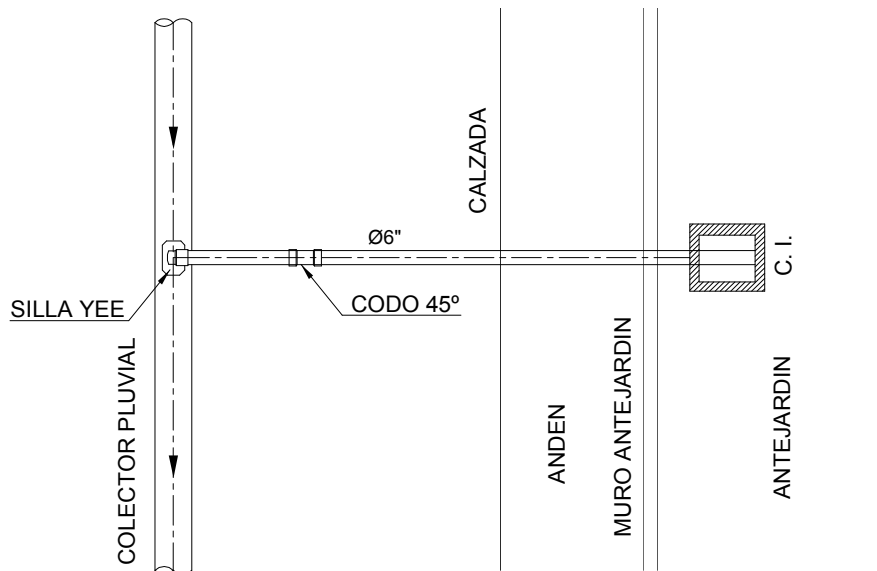


Figura 4.6 Alineación horizontal para Acometidas en Pavimento Rígido.

Para las acometidas domiciliare se usará tubería de PVC de diámetro seis (6) pulgadas y la silla Yee que se usará, también será de PVC y debe incluir todos los materiales e implementos necesarios para lograr una buena adherencia al colector, estos son implementos tales como abrazaderas, pegantes o soluciones.

4.2 Elementos principales de un alcantarillado sanitario, pluvial o combinado

A continuación se presenta la descripción o proceso constructivo de los elementos principales que conforman un alcantarillado, es importante recalcar que los elementos de cada proyecto de redes puede variar en una o más estructuras ya que hasta el momento no existe una Norma establecida por el municipio, y los elementos descritos en esta guía son elementos típicos que ya se han usado en varios proyectos por lo cual se dan como base.

4.2.1 Cajas de Inspección domiciliarias

Estas se usan para alcantarillados combinados o sanitarios sin alcantarillado pluvial, y sus dimensiones típicas son las que se describirán a continuación.

Los muros tendrán un espesor de diez (10) centímetros y una altura máxima de ochenta (80) centímetros, serán en Concreto Reforzado Clase AD de 3500 PSI (245 Kg/cm²) o 1:2:2 y tendrán una Malla Electrosoldada Q-5 o similar, La base de la caja será en Concreto Reforzado Clase AD de 3500 PSI (245 Kg/cm²) o 1:2:2, con espesor de quince (15) centímetros y una Malla Electrosoldada Q-5 o similar, esta base debe ir sobre un solado de concreto pobre de 1500 PSI (105 Kg/cm²) o 1:4:7 de espesor cinco (5) centímetros; sobre esta base irá una cañuela hecha con concreto esmaltado de 3500 PSI (245 Kg/cm²) o 1:2:2. La tapa de la caja tendrá siete (7) centímetros de espesor y Será en Concreto Reforzado Clase AD de 3500 PSI (245 Kg/cm²) o 1:2:2 con una parrilla de varillas de 1/2 pulgada espaciadas diez (10) centímetros entre sí en ambas direcciones, en la Figuras 4.7 y 4.8 se aprecian sus dimensiones.

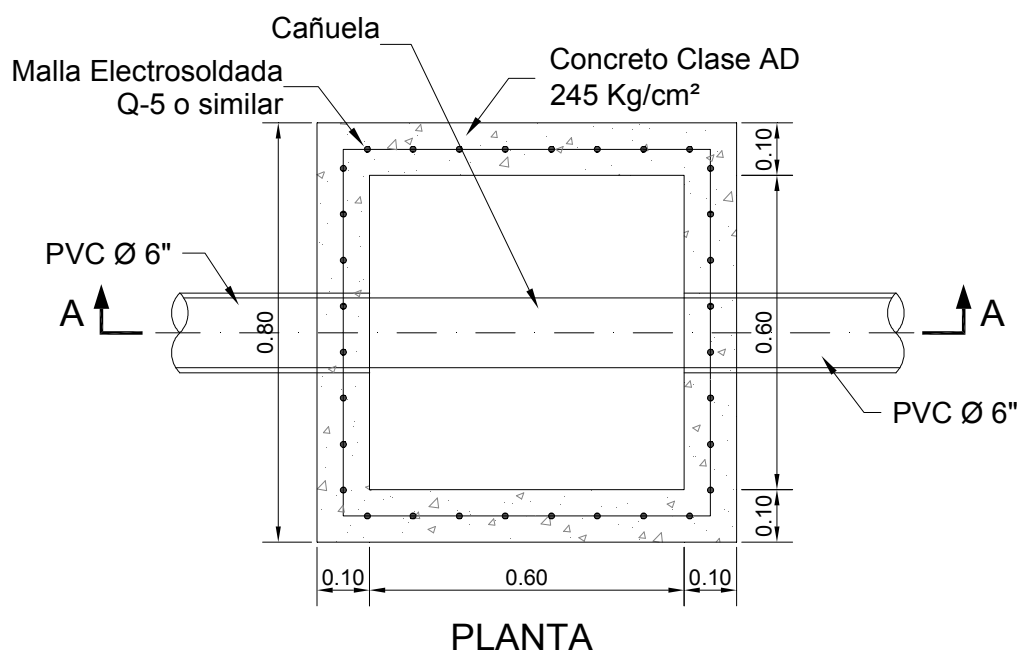


Figura 4.7 Vista en Planta de Caja domiciliar

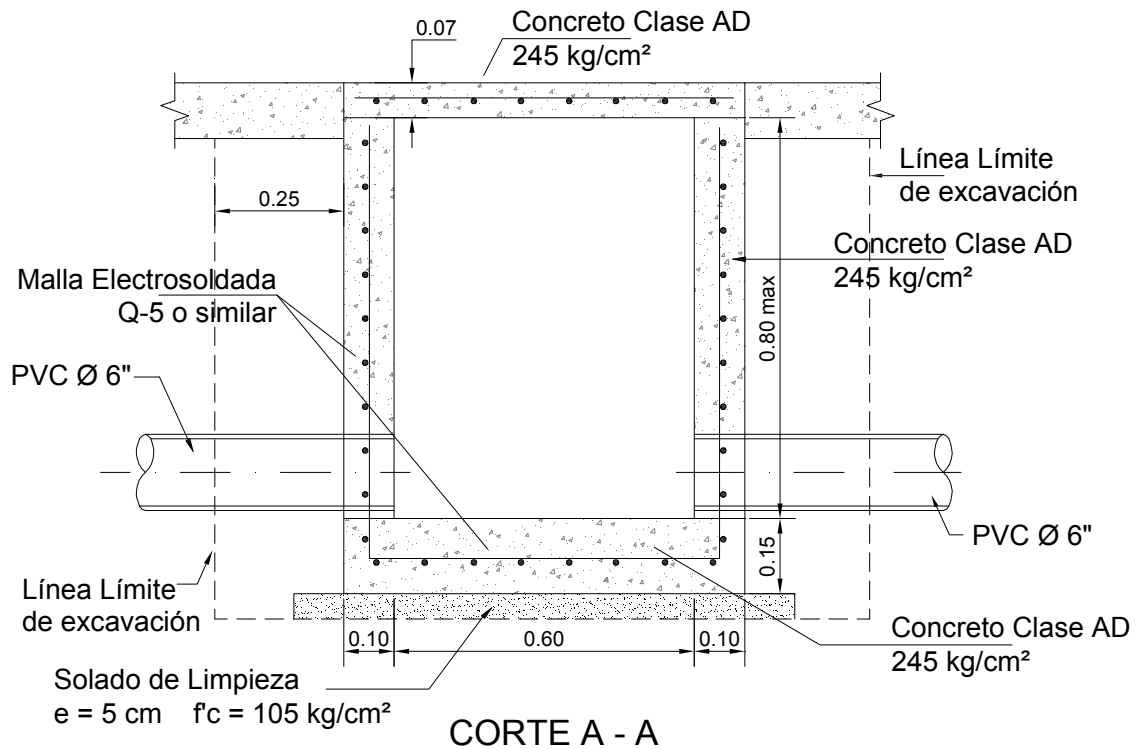


Figura 4.8 Corte de Caja domiciliar

Para una mejor manejabilidad de la Tapa de la caja esta debe tener dos (2) agarraderas ya sean de Tipo Argolla o Tipo Manija; en las Figuras 4.9 y 4.10 se detallan estos elementos.

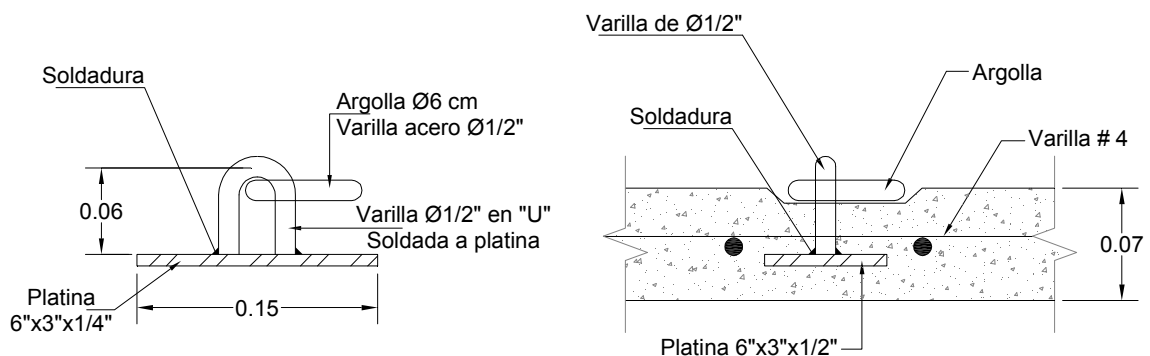


Figura 4.9 Agarradera Tipo Argolla para Tapa de Caja Domiciliar

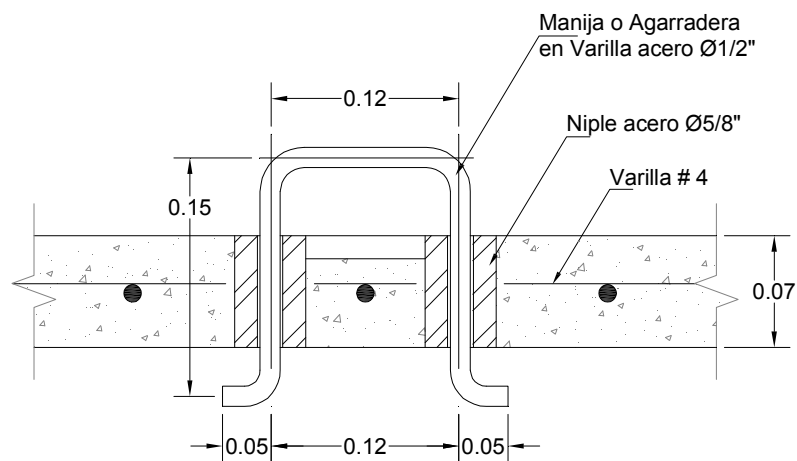


Figura 4.10 Agarradera Tipo Manija para Tapa de Caja Domiciliar

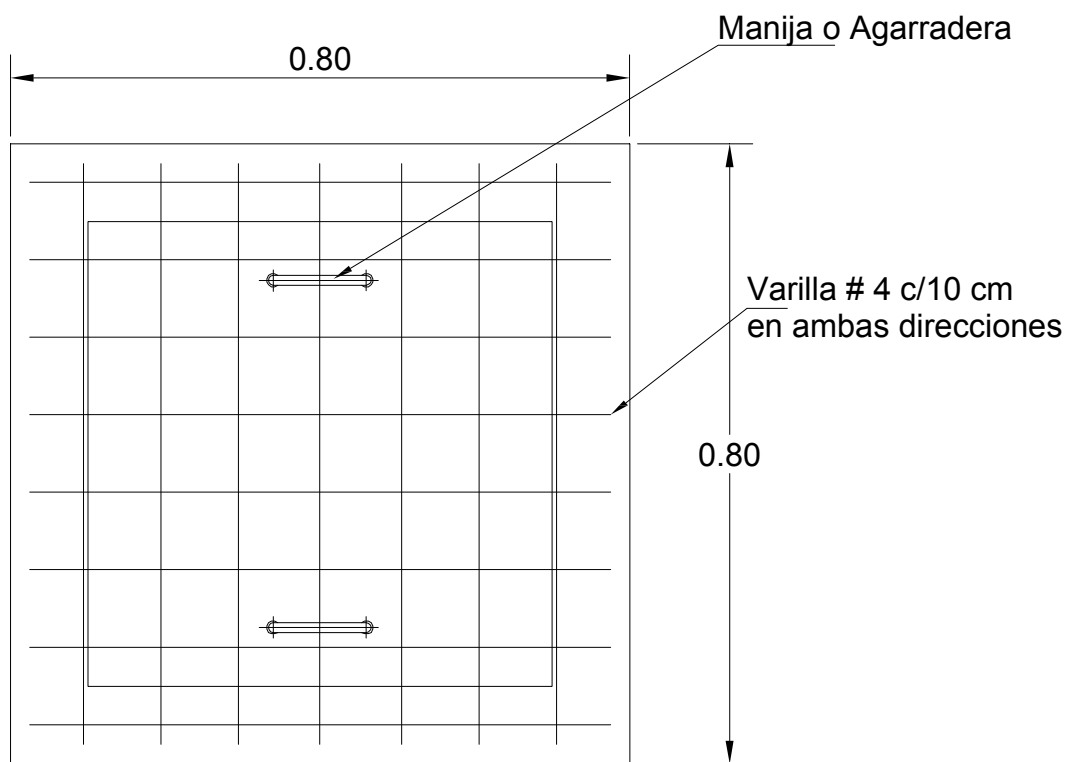


Figura 4.11 Planta de Tapa Caja Domiciliar

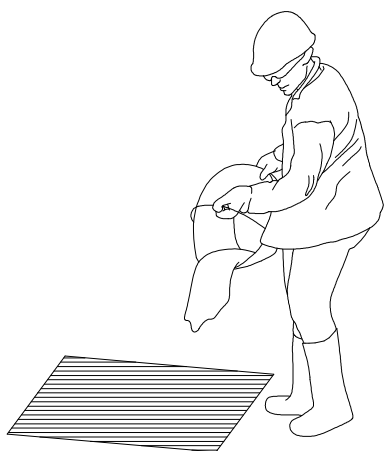
Debe existir una diferencia de diez (10) centímetros entre la cota batea de entrada a la caja y la cota batea de salida, para mejorar el flujo en la caja.

4.2.1.1 Procedimiento para la construcción de la caja domiciliar

1. Se realiza la demolición de andén y/o la excavación en el sitio donde se ubicara la caja domiciliar por cada casa, para la caja de inspección sencilla que es la comúnmente usada se recomienda que el ancho de la excavación tenga los sesenta (60) cm internos más los veinte (20) cm de los dos muros más diez (10) cm de sobre ancho por cada lado para facilitar la colocación de la formaleta.

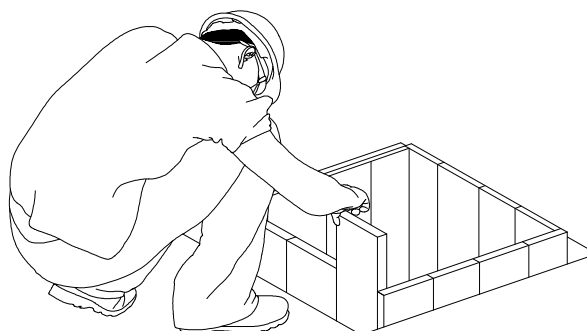


2.

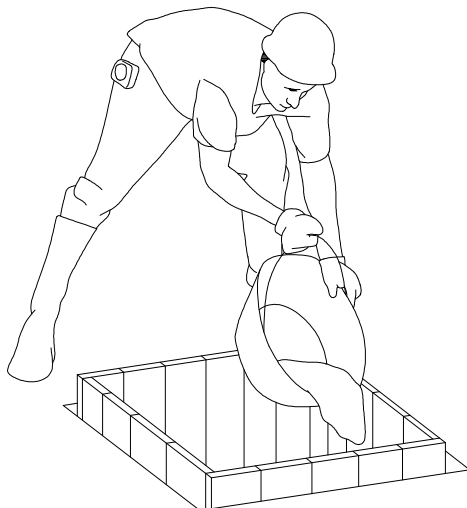


Se funde el solado de limpieza o cimentación con concreto pobre de 2000 PSI (140 Kg/cm^2) o 1:2:4 con un espesor de cinco (5) centímetros sobre el suelo de la zanja. Se deja el tiempo necesario hasta que el concreto este completamente duro.

3. Después de secado el concreto del solado de limpieza, se monta la formaleta exterior en madera contra las caras de la zanja, luego se monta la formaleta interior levantándola a través de cuñas.

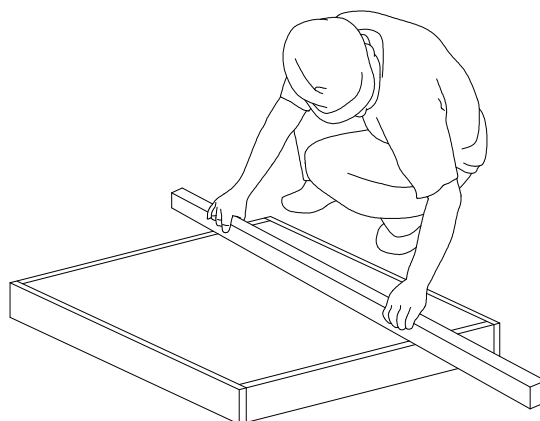


4.



Se funde la losa inferior de la caja concreto de 3000 PSI (210 Kg/cm²) o 1:2:3 cuyo espesor será de diez (10) centímetros, y las paredes en concreto de 3000 PSI (210 Kg/cm²), cuando el concreto ha fraguado se retira la formaleta interior y se funde la cañuela en concreto de 2000 PSI (140 Kg/cm²) esmaltado, siguiendo la dirección indicada hacia el empate domiciliar.

5. Por último se funde la tapa de la caja en concreto de 3000 PSI (210 Kg/cm²) o 1:2:3, la cual tendrá un espesor de diez (10) centímetros, y deberá estar reforzada con varillas de 1/2 pulgadas espaciadas cada diez (10) centímetros o malla electro soldada Q-5 o similar.



4.2.2 Acometidas domiciliarias

Estas acometidas deben ser en tubería de PVC de diámetro seis (6) pulgadas como mínimo, deben tener una pendiente mínima de dos (2%) por ciento.

La tubería domiciliaria debe llegar al tubo colector con un ángulo de cuarenta y cinco (45°) grados en dirección del flujo, y esta se conectará al colector por medio de una silla. Por ningún motivo una domiciliaria podrá conectarse directamente a una cámara o pozo.

La longitud de la tubería domiciliar debe ser máximo de diez (10) metros, cada casa hará su conexión domiciliar por el colector que pase por la calle que da al frente de la casa; en vías de concreto es mejor salir de la acometida en forma recta, y llegar al colector a cuarenta y cinco (45°) grados, por medio de un codo y un niple de treinta (30) o cincuenta (50) centímetros. Esto con el fin de evitar mayores daños en el pavimento de concreto, pero solamente para pavimentos de concreto.

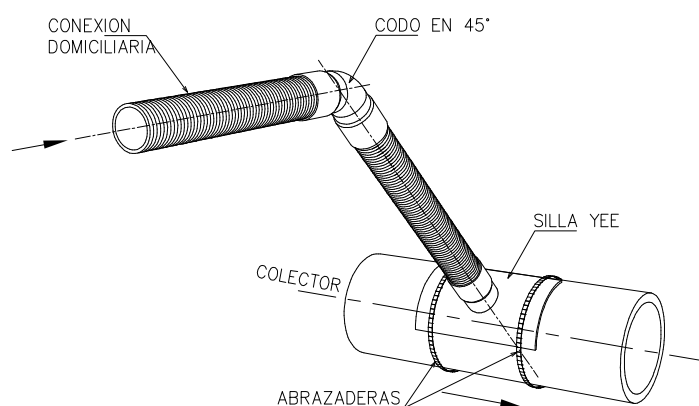
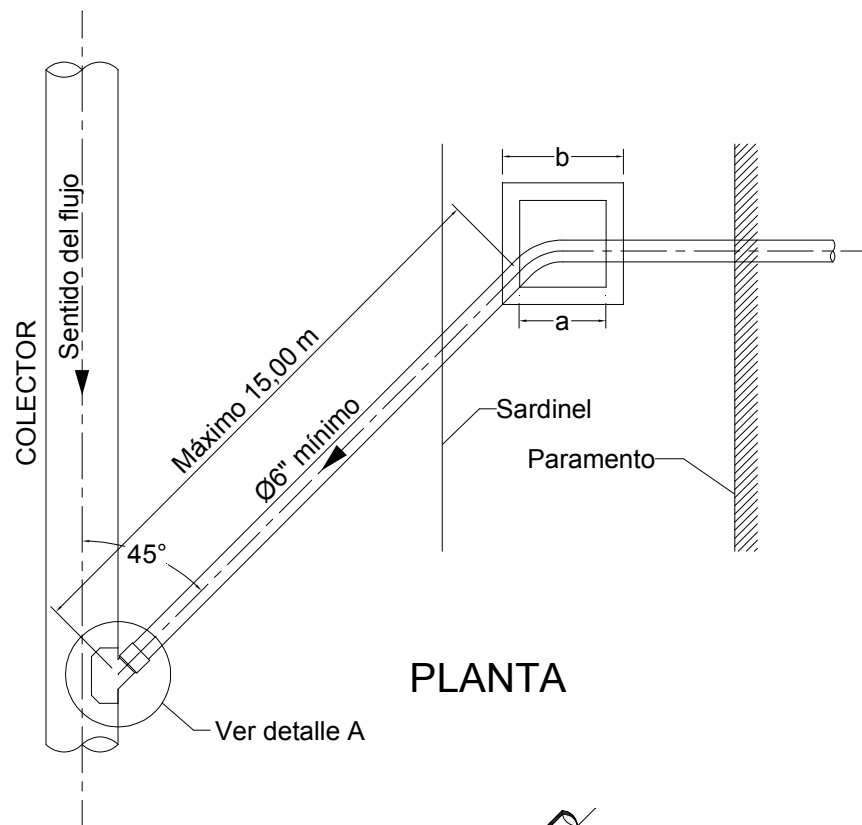


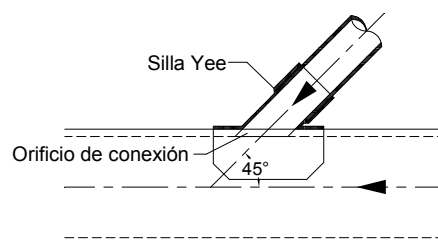
Figura 4.12 Detalle isométrico de acometidas en pavimento rígido.

Es necesario perforar el tubo del colector exactamente en el sitio donde descargará la tubería de acometida, para darle paso al flujo; se recomienda que la silla Yee se pegue con solución o pegante para PVC, aunque en la práctica estas suelen pegarse con un sellador tipo Placco, y que además se amarre con abrazaderas para darle mayor agarre, en caso de no tener abrazaderas pueden amarrarse usando alambre, pero con precaución de colocar el suficiente para que la silla no se vaya a mover. En el sitio donde se unan las acometidas domiciliarias se recomiendan fundir anclajes con mortero 1:3 para darle más estabilidad a la junta.

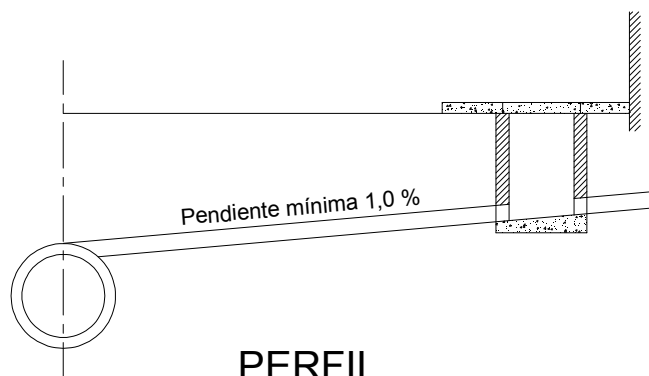
En la Figura 4.13 de la página siguiente se ilustra el detalle de una acometida domiciliar común.



PLANTA



DETALLE A



PERFIL

Figura 4.13 Detalles de acometidas domiciliarias.

4.2.2.1 Instalación de Silla Yee para acometidas domiciliarias

A continuación se describe paso a paso el proceso de instalación del Kit de Silla Yee de las acometidas domiciliarias, quizás este es uno de los puntos más importante ya que en el municipio de Buenaventura se encuentran muchos tramos de la red de alcantarillado en donde no se realizan las conexiones de las viviendas a la red, y esos tramos quedan prestando un servicio nulo.

1. Colocar la silla Yee sobre la tubería del colector y marcar el hueco y el contorno de la silla Yee, preferiblemente con marcador.

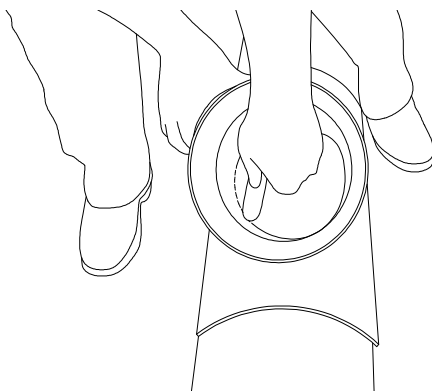


Figura 4.14 Marcación del agujero para Acometida

2. Perforar la tubería del colector con un villamarquín o taladro.

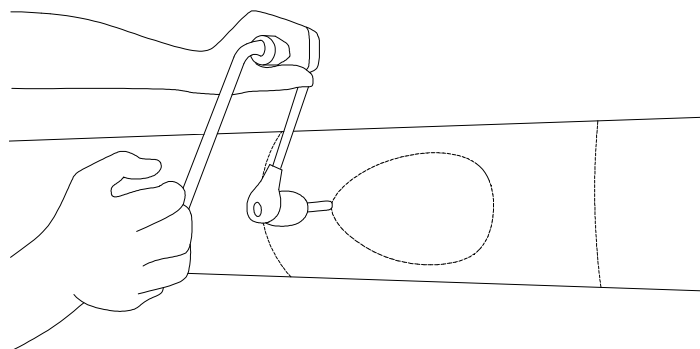


Figura 4.15 Perforación de tubo para Acometida

3. Con un serrucho de punta o una pulidora pequeña abra el hueco siguiendo la marca.

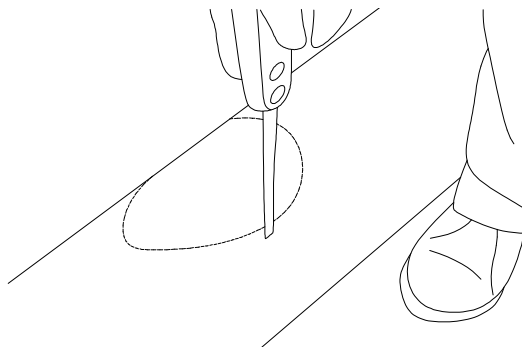


Figura 4.16 Corte de Tubería para Acometida domiciliaria

4. Remueva el reborde de la tubería con una lima o lija suave hasta que la superficie quede lisa.

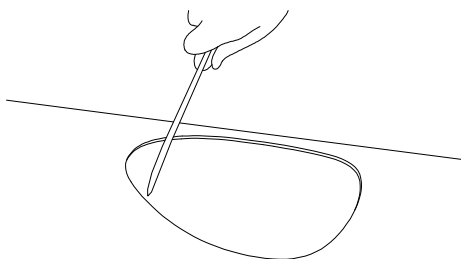


Figura 4.17 Eliminación de rebordes para Acometida

5. Coloque el caucho en la posición marcada, verificando que coincida el borde con el hueco, en caso de no contar con el caucho se puede aplicar Placco en el borde del agujero para que selle bien la unión y no haya fugas de agua residual.

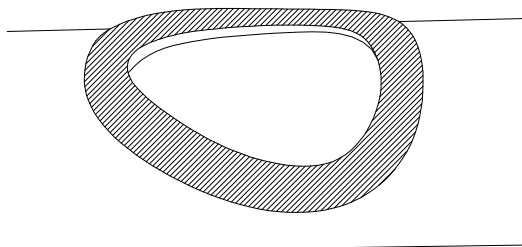


Figura 4.18 Sellado de Agujero para Acometida

6. Instale la silla sobre el caucho, y verifique que la abertura de la tubería, del caucho y de la silla Yee coincidan.

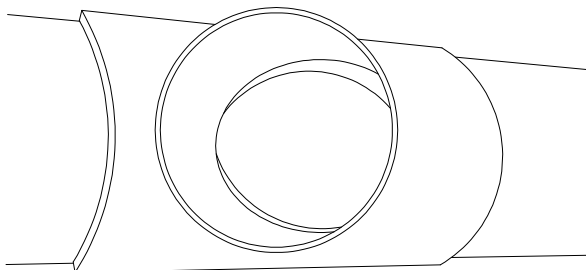


Figura 4.19 Colocación de silla Yee

7. Coloque la abrazadera sobre la silla y apriete hasta que quede ajustado, en caso de no tener las abrazaderas o si se quiere reducir costos también se puede amarrar la silla usando alambre, pero teniendo en cuenta que quede bien amarrado y no se vaya a soltar durante el relleno de la zanja.

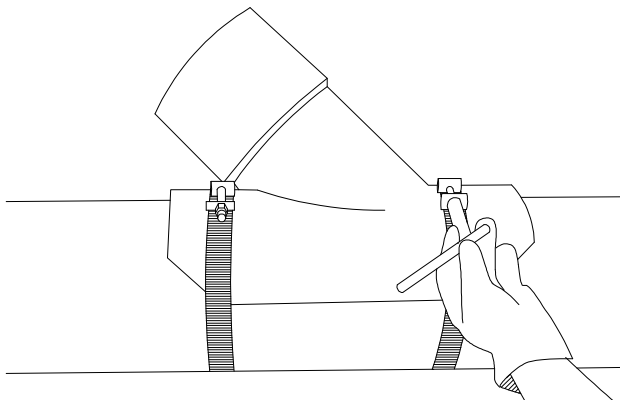


Figura 4.20 Amarre de silla Yee

4.2.2.2 Ancho de Zanja

El ancho de la zanja depende del diámetro de tubería que se usará, se puede usar el ancho de zanja mínimo posible para evitar el exceso de movimiento de tierra, pero también que permita comodidad para trabajar a la hora de instalar el tubo.

En la Tablas 4.1 y 4.2 se dan los anchos de zanjas típicos para tuberías de PVC y GRP

Ø Comercial (Pulg)	Ancho Bd (m)
4	0,60
6	0,65
8	0,70
10	0,75
12	0,80
14	0,85
16	0,90
18	0,95
20	1,00

Tabla 4.1 Anchos de Zanja para tubería de PVC

Ø Comercial (Pulg)	Ancho Bd (m)
24	1,10
27	1,20
30	1,30
34	1,40
36	1,45
38	1,50
40	1,55
44	1,65
48	1,75
52	1,85
56	1,95
60	2,05
64	2,15
68	2,25
72	2,35
76	2,45
80	2,55
84	2,65
86	2,75

Tabla 4.2 Anchos de Zanja para tubería de GRP

Y a continuación en la Figura 4.21 se presentan los esquemas de secciones transversales de zanjas, donde se presenta el ancho de zanja recomendado para suelos inestables.

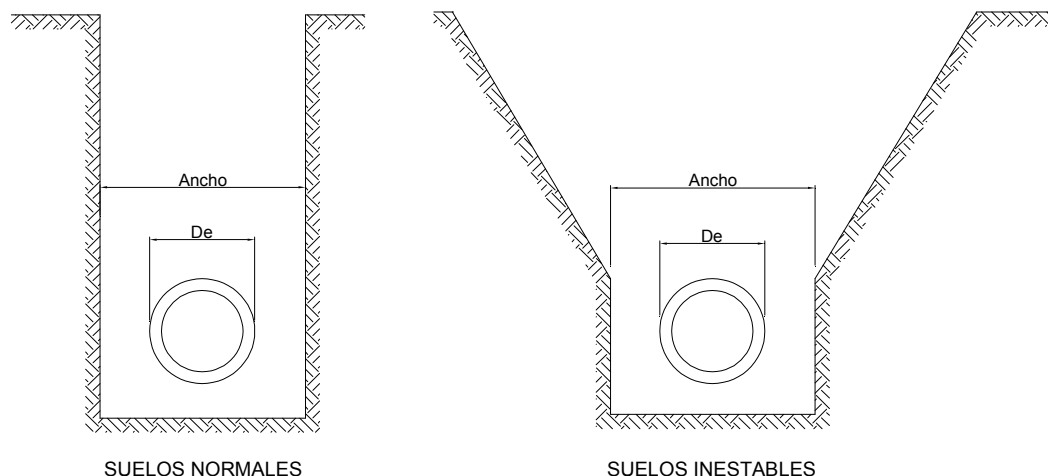


Figura 4.21 Secciones transversales de zanjas.

En todo caso el fondo de la zanja debe estar libre de agua, si esta se presenta será necesario evacuarla por medio de bombeo u otro método, cuando las paredes de la zanja tiendan a derrumbarse estas deberán protegerse mediante apuntalados, acodalamientos o tablestacados según la necesidad.

Se recomienda no hacer excavaciones en tramos tan largos con el fin de evitar mayores inconvenientes o incomodidades a la comunidad, también para prevenir accidentes, además esto permite evitar el riesgo de mayores inundaciones o derrumbes lo cual será beneficioso para los habitantes del sector afectado.

En todo caso las excavaciones realizadas siempre deberán protegerse, esto con el fin de proteger las estructuras aledañas y a los trabajadores que se encuentren dentro de la zanja, a continuación se describen los métodos de protección.

4.2.3 Protección de excavaciones

Todas las excavaciones con taludes verticales y profundidades mayores a dos (2) metros deberán protegerse mediante entibados, para evitar sobrecargas en los entibados es necesario colocar el material excavado a una distancia equivalente al sesenta (60%) por ciento de la profundidad excavada.

Esta protección o entibado puede hacerse en toda la profundidad o donde se necesite, según el tipo de terreno; a continuación se presentan los tipos más comunes de protección de zanjas.

4.2.3.1 Entibado Tipo 1 – Apuntalamiento en madera

Se usa cuando la zanja es poco profunda y no existan construcciones cercanas, cuando no se presenten condiciones que puedan desestabilizar las paredes laterales de la excavación; consiste en tablas de 0.04 m x 0.20 m x 3.00 a cada lado de la zanja espaciadas máximo a 1.60 metros, sostenidas por codales metálicos telescópicos o de madera de 0.15 metros de diámetro. En la Figura 4.22 se aprecia la forma de este apuntalamiento.

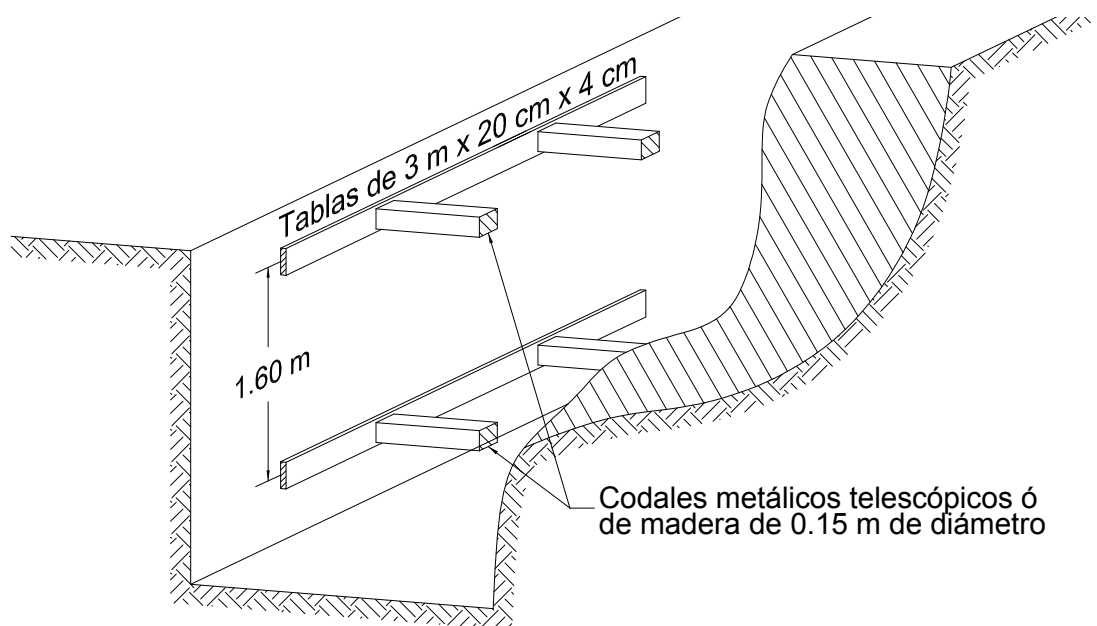


Figura 4.22 Esquema típico de Entibado Tipo 1.

4.2.3.2 Entibado Tipo 1A – Entibado Discontinuo de Madera

Este sistema se usa en el tipo de suelos que aunque cumplan con los requisitos básicos para usar el Entibado Tipo 1, presenten características de poca homogeneidad, bolsas de arena, gravas o fragmentos de suelo en estado suelto o sin cohesión. Se trata de tableros contruidos de madera de 0.20 m x 0.04 m y de longitud igual o mayor a la profundidad de excavación de la zanja, con espacios libres de veinte (20) centímetros, amarrados horizontalmente por largueros de madera de 0.10 m x 0.20 m en toda su longitud y apuntalados por codales metálicos telescópicos o de madera de quince (15) centímetros de diámetro con separación máxima de uno punto sesenta (1.60) metros en ambos sentidos, excepto en los extremos de los largueros donde la separación máxima será de setenta (70) centímetros. en la Figura 4.23 se observa más claramente este detalle.

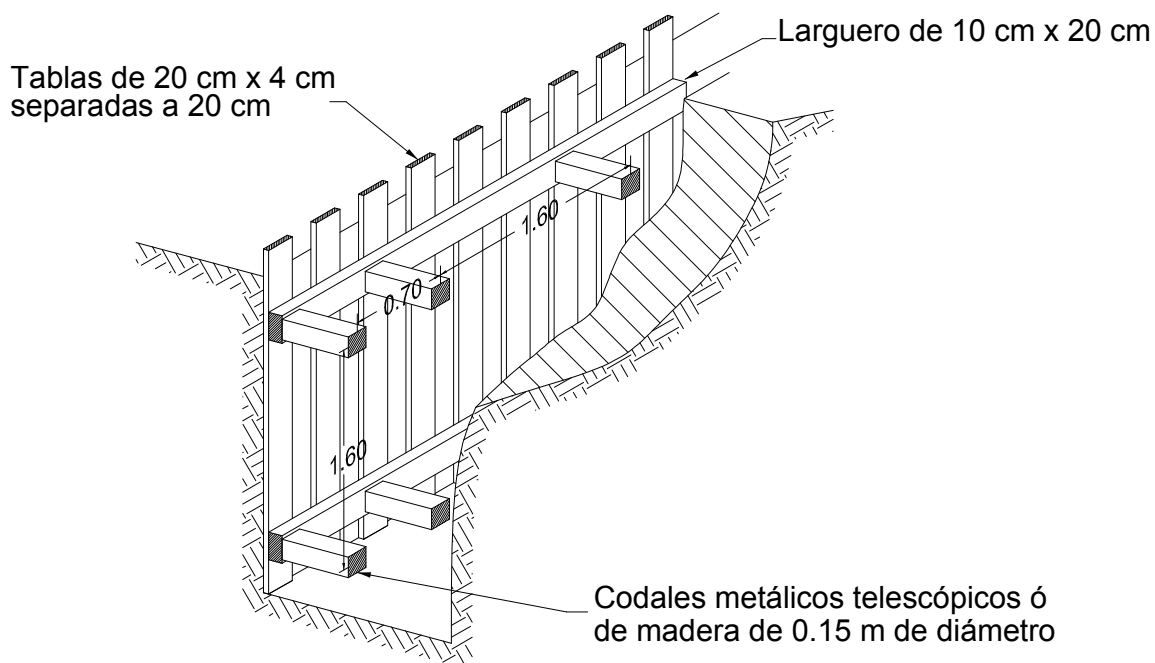


Figura 4.23 Esquemas típico de Entibado Tipo 1A.

4.2.3.3 Entibado Tipo 2 – Entibado Continuo de Madera

Este tipo de entibado se usa cuando el nivel freático está por encima de la cota de fondo de la excavación y cuando se presenten otras condiciones que así lo requieran, su única diferencia con el Entibado Tipo 1A es que no se dejan espacios libres entre tablas como se muestra en la Figura 4.24 a continuación.

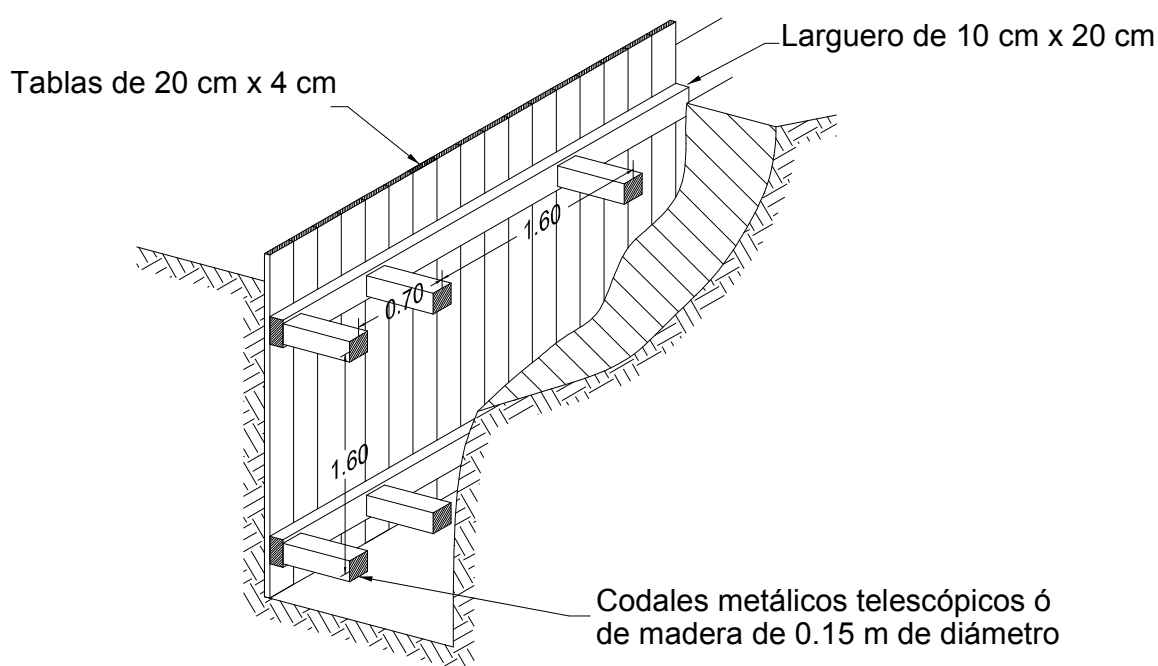


Figura 4.24 Esquema típico de Entibado Tipo 1A.

4.2.3.4 Entibado Tipo 3 – Entibado Metálico – Madera

Este método se empleará cuando se presenten suelos blandos o de muy baja densidad, o en general cuando se presenten excavaciones con profundidades superiores a cinco (5) metros, consiste de tableros constituidos de madera de 0.04 m x 0.20 m x 3.0 m, debidamente acuñados en perfiles metálicos W 8"x17 o W 10"x25, hincados a una profundidad mínima de dos punto cinco (2.5) metros por debajo de la cota de fondo de la zanja, y trabados horizontalmente por dos (2) largueros metálicos en perfiles 2W 8"x17 o 2W 10"x25 y apuntalados por codales

metálicos W 8"x17 o W10"x25 que se encontrarán espaciados a una distancia máxima de tres punto cinco (3.50) metros, los perfiles metálicos se deben hincar antes de que inicie la excavación, y en caso de que no se pueda lograr la profundidad mínima de hincado, se deberán colocar codales de madera o elementos prefabricados de concreto en el fondo de la zanja los cuales no podrán luego ser recuperados. En la Figura 4.25 se detalla mejor este método.

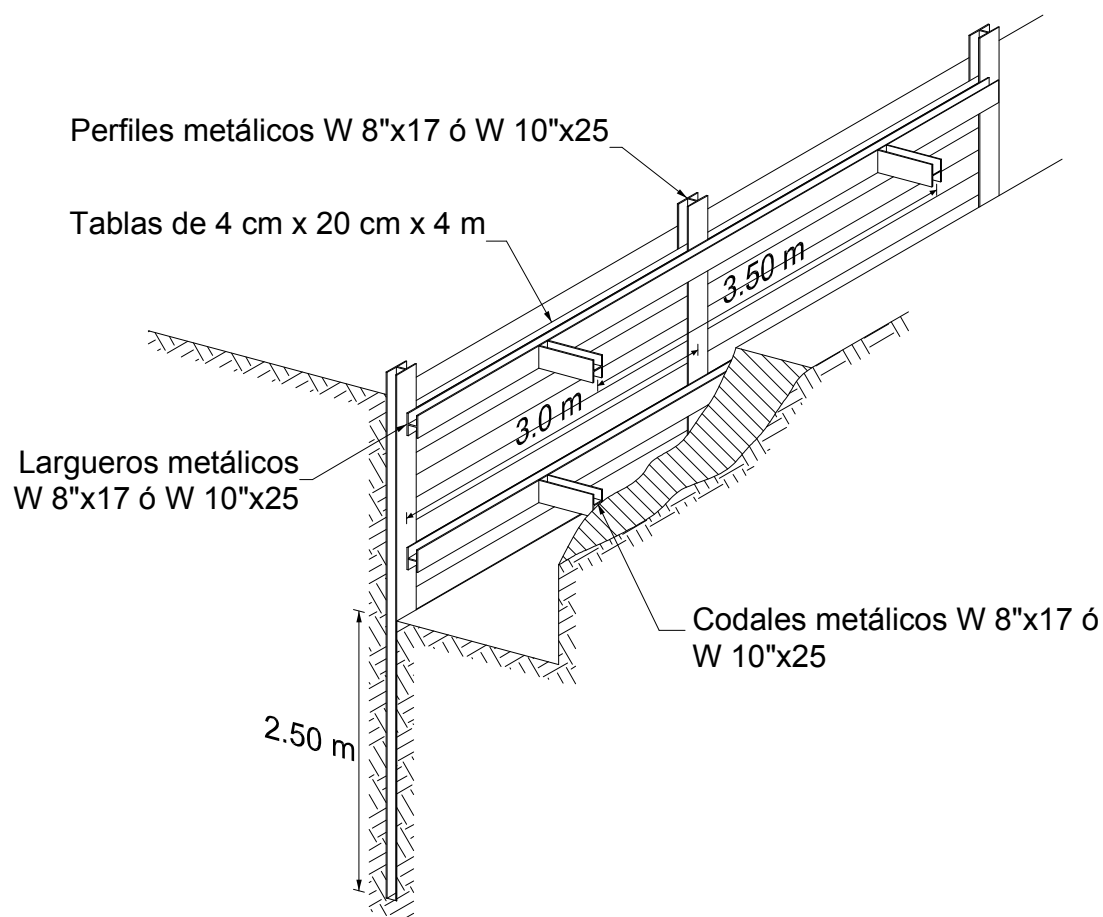


Figura 4.25 Esquema típico de Entibado Tipo 3

4.2.3.5 Entibado Tipo 1A (Alternativo)

Este método se usará en los mismos casos en que se aplica el sistema de Entibado Tipo 1A convencional o adicionalmente donde se esperen empujes o deformaciones adicionales del suelo, este sistema consiste de perfiles metálicos W 8"x17 de seis (6) metros hincados a una distancia de tres (3) metros entre cada perfil, y enterrados a una profundidad de dos punto cinco (2.5) metros por debajo del nivel inferior de la zanja, entre los cuales se colocará un tablero de madera formado por tablas de 0.04 m x 0.20 m x 3.0 m, con espaciamiento libre de veinte (20) centímetros, este detalle constructivo se aprecia mejor en la Figura 4.26

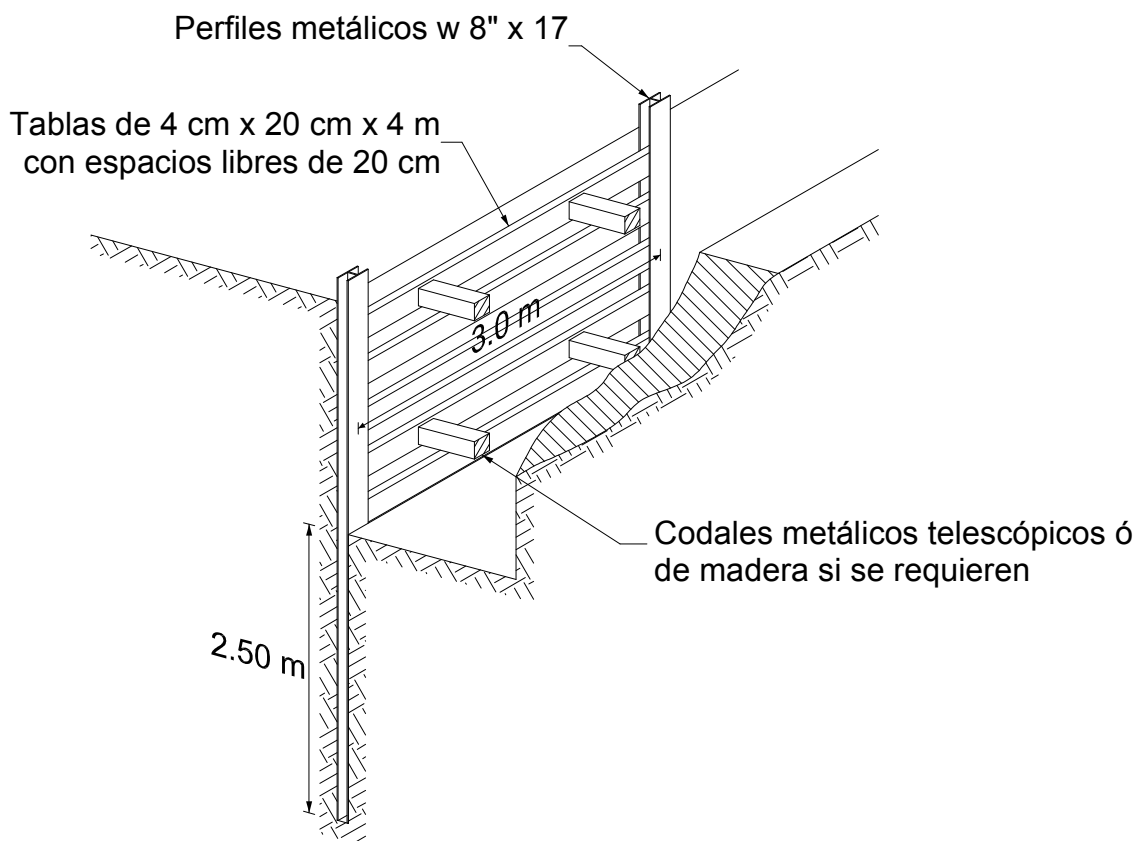


Figura 4.26 Esquema típico de Entibado Tipo 1A alternativo.

4.2.3.6 Entibado Tipo 2 (Alternativo)

Este método se usa para las mismas condiciones del Entibado Tipo 2 convencional o donde se espera sobrecarga mayor a la considerada, o donde se espera un empuje mayor a causa del suelo o de un nivel freático más alto, en este último caso este método se debe acompañar de un bombeo adecuado; este sistema es igual al empleado en el Entibado Tipo 1A alternativo, sólo que en este caso las paredes de la zanja estarán cubiertas totalmente por maderas de 0.04 m x 0.20 m x 3.0 m sin dejar espacios libres entre estas, en la Figura 4.27 se detalla este método.

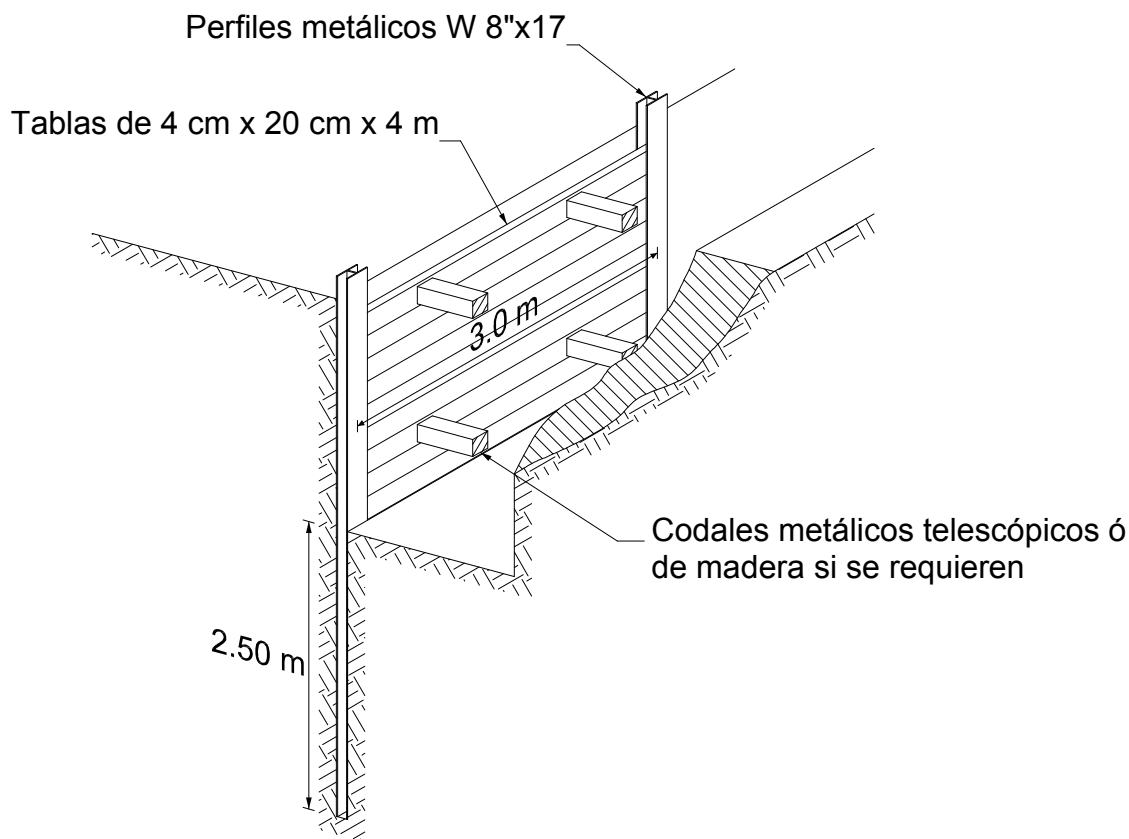


Figura 4.27 Esquema típico de Entibado Tipo 2 alternativo

4.2.3.7 Retiro de entibados

Se pueden retirar todos los elementos tales como tablas de madera, codales, largueros o punteros para los Entibados Tipo 1, 1A y 2 convencionales y el Tipo 1A y 2 alternativo en una sola etapa, para facilitar la colocación y compactación del relleno de la zanja, siempre y cuando el terreno no presente problemas de inestabilidad en el terreno, o siempre y cuando el relleno se encuentre cincuenta (50) centímetros por encima de la cota clave de la tubería instalada, y que esta profundidad no sea superior a dos (2) metros, con el fin de no mantener las paredes de la zanja al descubierto por mucho tiempo, para el retiro del Entibado Tipo 3 este se debe hacer a medida que vayan avanzando los trabajos de compactación y relleno, los puntales que se encuentran hincados en el terreno se levantarán por medio de grúas, y los orificios que quedan en el terreno después de la remoción de estos elementos se rellenarán con material de Relleno Tipo 1.

4.2.4 Pilotes de madera

Estos serán usados como pilotes de cimentación para anclajes y apoyo de tuberías, soporte de las excavaciones de zanjas y cámaras o cualquier otra estructura que haga parte de la red.

4.2.4.1 Pilotes de madera para entibados

En este caso se usan pilotes de madera de quince (15) centímetros de diámetro y de longitudes entre seis (6) y siete (7) metros, se usa para contener las paredes en las zanjas para condiciones de suelos inestables o de rellenos mixtos resultantes de rellenos de construcción más basuras, estos pilotes deberán ser hincados hasta que no se puedan hincar más o hasta una profundidad de seis (6) metros, antes de iniciar los trabajos de excavación de las zanjas, dejando un espacio libre entre las caras internas de los pilotes igual al ancho de excavación de las zanjas.

Con el fin de evitar sobrecarga en los pilotes estos deberán enterrarse con una separación horizontal entre ellos de máximo veinticinco (25) o treinta (30) centímetros para profundidades de excavación superiores a dos (2) metros, estos también podrán apuntalarse con codales metálicos o de madera con una configuración igual a la de los pilotes los cuales estarán apoyados sobre largueros de madera de 10 cm x 20 cm x 3.0 m, la instalación de estos codales y largueros se deberá hacer inmediatamente a medida que se inicia la excavación de la zanja.

En los tramos en donde el pilote esté enterrado a una profundidad inferior a dos punto cinco (2.5) metros por debajo del fondo de excavación de la zanja, se deberán instalar largueros o codales de madera o elementos de concreto prefabricados en el fondo de la zanja, y estos elementos no se podrán recuperar, en la Figura 4.28 se ilustra mejor la disposición de la instalación de estos elementos.

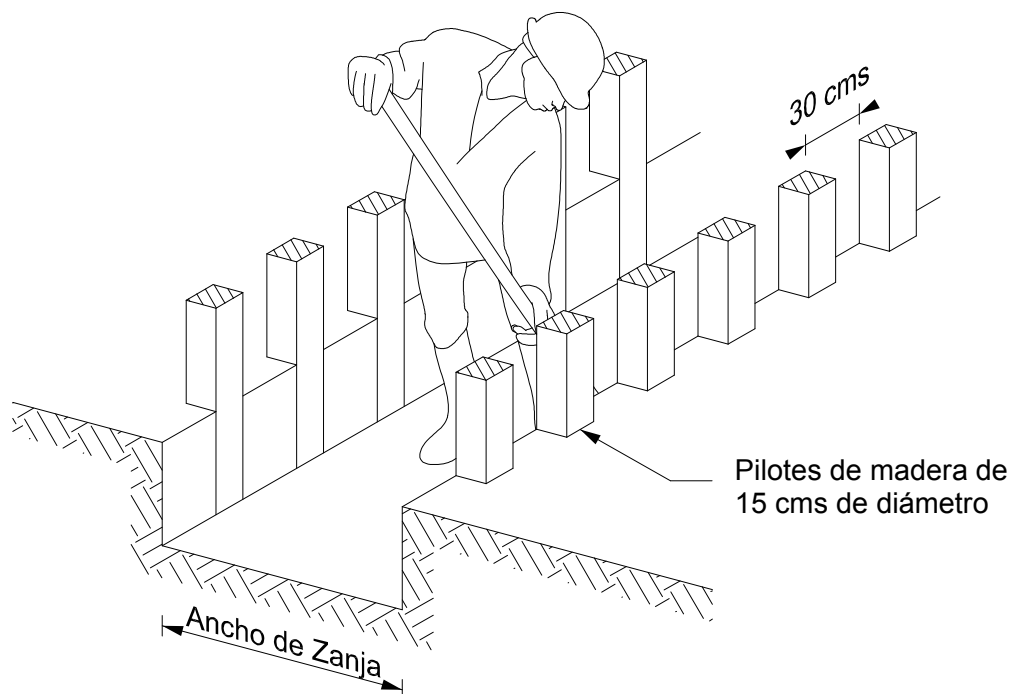


Figura 4.28 Esquema típico de pilotes para entibado

4.2.4.2 Pilotes de madera para cimentación

Para el caso en que se requieran pilotes para cimentación de tuberías, anclajes de tuberías u otras estructuras livianas estos deben tener un diámetro mayor de veinte (20) centímetros, y una longitud de seis (6) o siete (7) metros, la madera de los pilotes deberá ser previamente inmunizada de acuerdo con los requerimientos del terreno, los pilotes deben ser hincados siguiendo el lineamiento de las tuberías, y estos deben llevar cabezales de acero en ambos extremos, sobre el cabezal superior se colocará un trozo de madera, sobre el cual golpeará el martillo, esto con el fin de no dañar el pilote

4.2.5 Colocación de los tubos

La tubería debe colocarse a un lado de la zanja, al lado opuesto donde quedó todo el material extraído de la excavación.

Cuando se requiera la conexión de dos tuberías, debe limpiarse muy bien con un trapo limpio la parte interior de la campana o unión y también el caucho; debe aplicarse bastante lubricante después a esta campana o unión y al caucho.

Después deben alinearse bien las dos tuberías que se van a unir; aplique presión constante hasta que el tubo se introduzca suavemente en la campana hasta el tope. Nunca debe golpearse la tubería, para evitar que se dañe el tubo con la barra o con el equipo que se esté usando de empuje se recomienda usar un bloque de madera

Debe tenerse especial cuidado a la hora de hacer el ensamble, de que no se introduzca ningún material dentro de la unión.

4.3 Rellenos

Los rellenos que se usarán en el municipio de Buenaventura se definen teniendo en cuenta si se trata de rellenos alrededor de estructuras; rellenos para sectores de vías, con o sin pavimento; rellenos para zanjas de tuberías, box coulverts y canales; rellenos para reparaciones

Generalmente, para el caso de Entibados Tipo 1A y 2 no deberá colocarse relleno hasta que no se haya retirado completamente el entibado de la franja, y sobre las estructuras de concreto sólo se podrá colocar relleno cuando se hayan retirado completamente los entibados y los encofrados de la estructura, y además hasta que haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar las cargas generadas por los materiales de relleno

4.3.1 Tipos de relleno

4.3.1.1 Relleno Tipo 1

Este relleno está conformado por una mezcla de gravilla y arena lavada de río, este material debe ser adecuadamente compactado y se usará para la cimentación de las tuberías; la arena usada deberá ser limpia y tener un contenido de finos menor al cinco (5%) por ciento de su peso, y tener una gravedad específica mayor de dos punto cuatro (2.4); La gravilla deberá tener un tamaño máximo de 3/4 de pulgada.

El Relleno Tipo 1 deberá ser colocado en el fondo de la zanja antes de colocar la tubería y deberá ser debidamente compactado con equipo vibratorio en capas de espesor máximo de veinte (20) centímetros, hasta alcanzar una densidad relativa mayor al setenta (70%) por ciento.

4.3.1.2 Relleno Tipo 2

Se conoce como Relleno Tipo 2 al que está formado por materiales de relleno que no contienen limo orgánico, materia vegetal, basuras, desperdicios o escombros. Y este a su vez se subdivide en dos clases de acuerdo a su granulometría y características típicas de material, Tipo 2A y 2B.

Este se coloca para el atraque de las tuberías y debe ser debidamente compactados con equipos vibratorios a cada lado del tubo en capas de espesor máximo de quince (15) centímetros, y con la humedad óptima a fin de alcanzar la compactación mínima del noventa (90%) por ciento del ensayo de Proctor Modificado, este material de relleno se colocara hasta obtener una cota de diez (10) centímetros por encima de la cota clave del tubo, o como mínimo de treinta (30) centímetros por encima de la cota clave del tubo en el caso de redes matrices de alcantarillados.

4.3.1.2.1 Material Tipo 2A

Este material se usa para atraque de tuberías, rellenos en zanjas por encima de la cota clave del tubo y hasta el nivel del terreno, conformación de terraplenes y mejoramiento de la subrasante en vías.

El tamaño máximo deberá ser de cinco (5) centímetros para instalación de tuberías GRP y de una (1) pulgada para instalación de tuberías de PVC; el porcentaje de finos que pasa por el Tamiz No. 200 deberá ser inferior al quince (15%) por ciento, el Índice de Plasticidad del material que pasa por el Tamiz No. 40 deberá ser inferior a diez ($IP < 10$). Y el desgaste en la máquina de los Ángeles deberá ser inferior al cincuenta (50%) por ciento.

4.3.1.2.2 Material Tipo 2B

Este tipo de material se usará para el Relleno Tipo 2 en los casos especiales en que se encuentren áreas de relleno mayores a un (1) metro, así como los usados alrededor de estructuras, para la construcción de losas de concreto, patios de maniobras, zonas de circulación, parqueaderos u otros semejantes. También cuando se presenten rellenos alrededor de estructuras o tuberías en las que se presenten variaciones considerables y muy frecuentes del nivel freático. Y por último caso, en el caso de instalar la tubería en condición de terraplén es necesario este tipo de material para Relleno Tipo 2.

Para este tipo de material el tamaño máximo no deberá ser mayor a tres (3) pulgadas o siete punto cinco (7.5) centímetros, el contenido de finos que pasa el Tamiz No. 200 no deberá ser mayor al diez (10%) por ciento, el Índice de Plasticidad del material que pasa el Tamiz No. 40 deberá ser inferior a diez ($IP < 10$), el desgaste en la máquina de los Ángeles deberá ser menor al cincuenta (50%) por ciento, los Índices de Aplanamiento y Alargamiento del material deberán ser inferiores al cuarenta y cinco por ciento (45%).

4.3.1.3 Relleno Tipo 3

En sitios diferentes a vías pavimentadas se podrá utilizar este tipo de relleno con material proveniente de la excavación que no contenga materia orgánica, raíces, basuras o escombros. Además es muy importante que el tamaño máximo no exceda a la mitad del espesor de la capa compactada. La fracción de este material que pasa el Tamiz No. 40, deberá tener un Límite Líquido inferior a treinta y cinco por ciento ($LL < 35\%$) y un Índice Plástico menor de quince ($IP < 15$). Este material se colocará y compactará en capas uniformes de veinte (20) centímetros, cada capa se compactará hasta obtener una densidad mínima del ochenta y cinco (85%) por ciento del Proctor Modificado

4.3.1.4 Relleno Tipo 4

Este relleno está conformado por material de Sub-base Granular, para afirmado de vías, y en general la fracción de material que pasa el Tamiz No. 40 debe tener un Límite Líquido inferior al veinticinco por ciento ($LL < 25\%$) y un Índice de Plasticidad inferior o igual a seis ($IP \leq 6$), deberá presentar un Desgaste en Máquina de los Ángeles inferior al cincuenta (50%) por ciento y un CBR mínimo del veinte (20%) por ciento al noventa y cinco (95%) por ciento del Proctor Modificado.

El material se colocará y compactará en capas no mayores a quince (15) centímetros hasta que alcance una densidad óptima del noventa y cinco (95%) por ciento del Proctor Modificado, el espesor mínimo total de esta capa de Sub-base será de cincuenta (50) centímetros.

4.3.1.5 Relleno Tipo 5

El material para este tipo de relleno será Base Granular para pavimentos de vías vehiculares, el cual deberá tener como mínimo un Desgaste menor del cuarenta (40%) por ciento en la Máquina de los Ángeles, un CBR mínimo de ochenta (80%) por ciento al cien (100%) por ciento del ensayo de Proctor modificado, la fracción de material que pasa el Tamiz No. 40 deberá presentar un Índice de Plasticidad menor de tres ($IP < 3$) según la Norma Invías INV E-126, y los Índices de Aplanamiento y Alargamiento deberán estar por debajo del treinta y cinco por ciento (35%) según la Norma Invías INV E-230. El espesor mínimo total del Relleno Tipo 5 o Base Granular deberá ser exactamente igual al de la estructura de pavimento existente o como mínimo veinte (20) centímetros, y deberá colocarse y compactarse en capas no mayores de quince (15) centímetros, y se humedecerá hasta obtener la humedad óptima que permita una densidad de compactación del cien (100%) por ciento del ensayo de Proctor modificado.

4.3.1.6 Relleno Tipo 6

Este relleno está constituido por rajón o piedra partida en tamaños que van desde veinte (20) a treinta (30) centímetros, las piedras deben provenir de rocas sanas, deben ser resistentes y durables y no presentar grietas. Al efectuarle la prueba de Desgaste a este material en la Máquina de los Ángeles deberá ser inferior al cincuenta (50%) por ciento su resultado.

Se colocará en el fondo de la excavación en suelos blandos o con baja capacidad de carga, se deberán retirar los treinta (30) centímetros más superficiales del fondo de la excavación y colocar las piedras y apisonarlas de tal forma que los espacios vacíos entre ellas sea mínimo.

4.3.1.7 Rellenos de Concretos para Tuberías

Cuando la pendiente del fondo de la zanja sea superior al treinta y tres (33%) por ciento, se deberán construir anclajes o collares de concreto con el fin de evitar el desplazamiento de las tuberías.

La separación entre estos anclajes dependerá de la pendiente de cada tramo, y pueden construirse los anclajes con concreto de 3500 PSI (245 Kg/cm²) o 1:2:2 reforzado con varillas con una resistencia de 420 MPa. La separación entre anclajes puede ser como máximo la presentada en la Tabla 4.3.

Pendiente	Distancia
33% - 40%	6 m
40% - 50%	5,4 m
50% - 66%	4,8 m
66% - 100%	4,2 m
>100%	3,6 m

Tabla 4.3 Distancia máxima entre anclajes según la pendiente

Las dimensiones para el anclaje o collar de concreto pueden ser las que se detallan en la Figura 4.29.

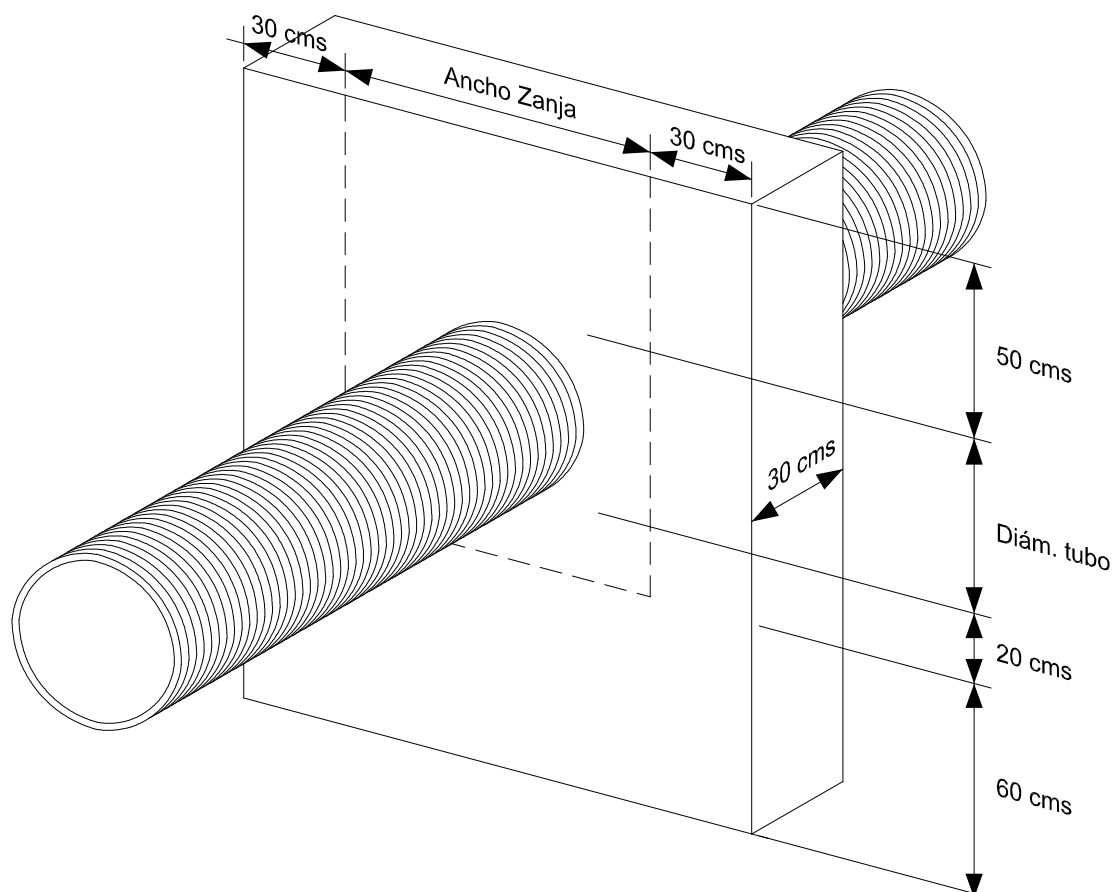


Figura 4.29 Isometría de anclaje para tuberías

El refuerzo vertical deberá ir en varillas de 5/8 de pulgada en ambas caras, separadas a una distancia de veinte (20) centímetros, el refuerzo horizontal serán varillas de 1/2 pulgada separadas una distancia de veinte (20) centímetros, además llevará un refuerzo adicional en varillas de 5/8 de pulgada inclinadas a cuarenta y cinco (45°) grados y separadas a una distancia aproximada de tres (3) y ocho (8) centímetros aproximadamente. El collar se extiende por treinta (30) centímetros horizontalmente a cada lado y sesenta (60) centímetros verticalmente del borde de la zanja, y cincuenta (50) centímetros sobre la cota superior del tubo.

Las dimensiones y distribución del refuerzo se ilustran en las Figuras 4.30 y 4.31

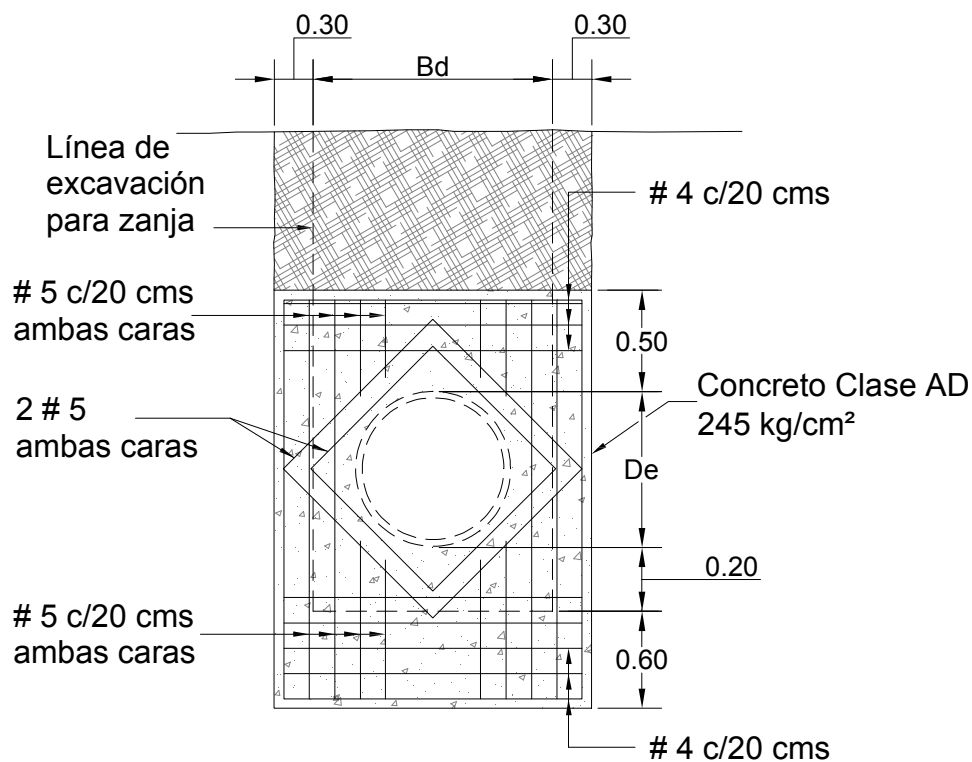


Figura 4.30 Corte Transversal de Collar de Concreto

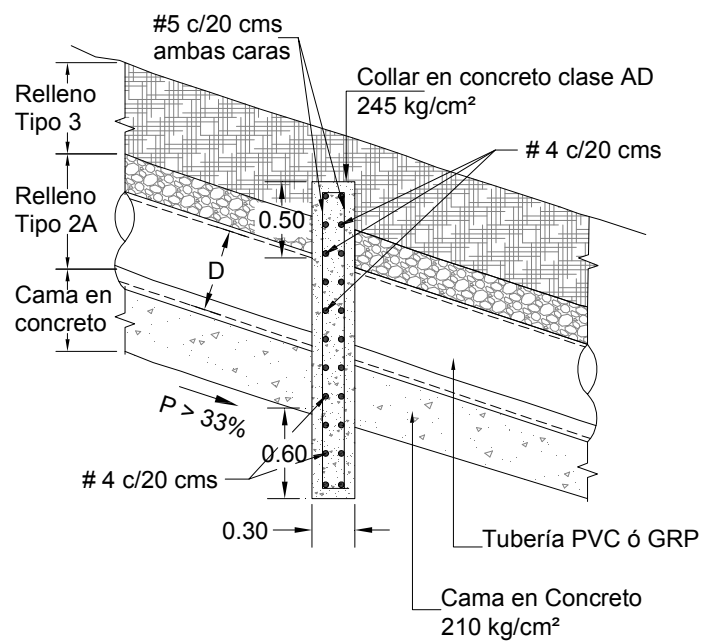


Figura 4.31 Corte Longitudinal de Collar de Concreto

4.4 Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles

En general se recomienda que para cortes de pavimentos rígidos se haga solamente usando el ancho de zanja predeterminado según el tipo de zanja o según sea el especificado en la obra, además, se recomienda que se use la dilatación del eje de la vía como uno de los bordes de la zanja, para usar este corte como dilatación del pavimento reconstruido, también como se explico antes es recomendable que los cortes en pavimento rígido se hagan a noventa (90°) grados del colector central, esto con el fin de evitar que queden cuñas del corte y demolición de pavimento existentes, ya que estas se deterioran y se dañan rápidamente.

Es importante que se hagan los cortes respectivos en pavimentos, andenes o sardineles por donde se ubicará toda la tubería con el fin de facilitar la demolición y evitar daños más grandes en estas estructuras, también es pertinente que las demoliciones de pavimentos o andenes se vayan haciendo a medida que van avanzando las instalaciones de tubería, relleno y reconstrucción de tramos anteriores con el fin de no generar mayores incomodidades en peatones y vías vehiculares, se recomienda longitudes de máximo cincuenta (50) metros entre frentes de trabajo

En todos los casos el pavimento, andenes o sardineles que sean demolidos para la instalación de las tuberías deberá reponerse en las mismas o mejores condiciones en las que se encontró.

Por último es recomendable que sí las demoliciones hechas para el colector y las acometidas necesarias, afectan un área superior al treinta (30%) por ciento del área de pavimento existente, que en estos casos se demuela y reconstruya toda la sección de vía para evitar el mayor número de cuñas que se deteriorarán rápidamente.

4.5 Cimentaciones para Tuberías

4.5.1 Cimentación Típica de tubería para Pavimentos Flexibles

Cuando la profundidad del tubo es superior a noventa (90) centímetros y la pendiente inferior a veinte por ciento (20%), se coloca el Relleno Tipo 1 sobre el fondo de la zanja con una capa de espesor de diez (10) centímetros; luego se instala la tubería y se coloca Relleno Tipo 1 hasta una altura igual a $1/6$ del diámetro externo del tubo; luego se coloca el Relleno Tipo 2A compactándolo en capas de quince (15) centímetros hasta tener treinta (30) centímetros por encima del tubo, después se coloca el Relleno Tipo 4 y se compacta en capas de quince (15) centímetros hasta una cota por debajo de la rasante igual al espesor del pavimento más el espesor del Relleno Tipo 5; luego se instala el Relleno Tipo 5 compactándolo en capas de quince (15) centímetros hasta alcanzar un espesor de veinte (20) centímetros como mínimo, por último se fundirá el pavimento asfáltico o flexible, el cual tendrá como mínimo de siete (7) centímetros de capa de base asfáltica más tres (3) centímetros de capa de rodadura superficial.

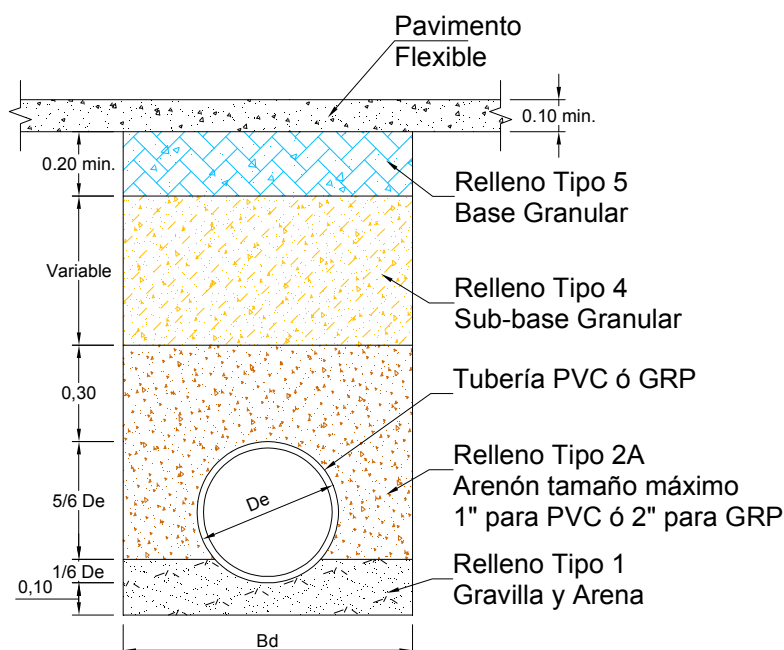


Figura 4.32 Cimentación Típica de tubería para Vías de Pavimento Flexible

4.5.2 Cimentación Típica de tubería para Pavimentos Rígidos en Concreto de Cemento Portland

Cuando la profundidad de la tubería es superior a noventa (90) centímetros y la pendiente de esta es inferior al veinte por ciento (20%), se coloca Relleno Tipo 1 con un espesor de diez (10) centímetros; después se ubica la tubería y Relleno Tipo 1 hasta una altura igual a $1/6$ del diámetro externo del tubo; luego el Relleno Tipo 2A se colocará y compactará en capas de quince (15) centímetros hasta llegar a la cota necesaria para la cimentación de la vía, generalmente cincuenta (50) centímetros por debajo de la rasante de la vía, y se coloca el Relleno Tipo 5 o Base Granular compactándolo en capas de quince (15) centímetros hasta obtener un espesor de treinta (30) centímetros, por último se funden los veinte (20) centímetros o más de pavimento rígido MR-36 dejando las mismas dilataciones del pavimento existente.

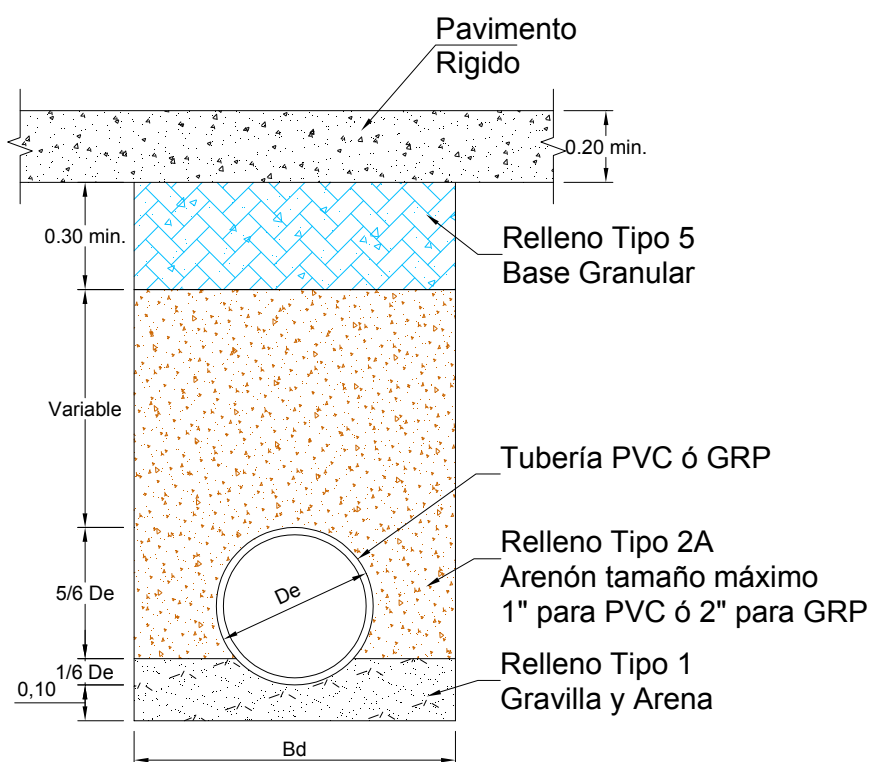


Figura 4.33 Cimentación Típica de tubería para vías de Pavimento Rígido

4.5.3 Cimentación Típica de tubería para Andenes

Cuando la pendiente de la tubería sea inferior al veinte por ciento (20%) se ubicará el Relleno Tipo 1 con un espesor de diez (10) centímetros; luego de haber instalado este se coloca la tubería y se coloca Relleno Tipo 1 hasta una altura igual a $1/6$ del diámetro externo del tubo; luego se instala el Relleno Tipo 2A en capas de quince (15) centímetros hasta alcanzar treinta (30) centímetros por encima del tubo; después se procede a colocar el Relleno Tipo 3 o mejor material obtenido de la excavación, este material se instalará en capas de veinte (20) centímetros hasta encontrarse treinta (30) centímetros por debajo de la rasante del andén, el siguiente paso es colocar la capa de Relleno Tipo 5 o Base Granular con un espesor de quince (15) centímetros, por último se funden los quince (15) centímetros de andén en concreto de 3500 PSI o 1:2:2

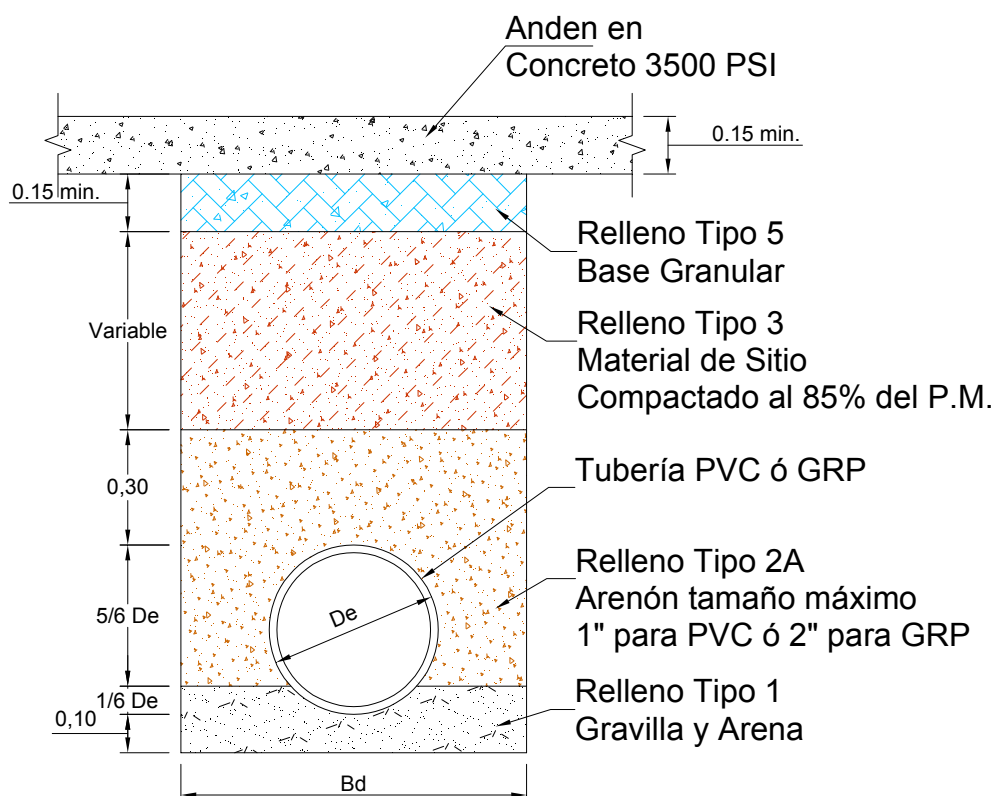


Figura 4.34 Cimentación Típica de tubería para Andenes

4.5.4 Cimentación Típica de tuberías en Suelos Blandos de Baja Consistencia o Lodos

Cuando la profundidad de la tubería es superior a noventa (90) centímetros y la pendiente de esta es inferior al veinte por ciento (20%) por debajo de la cota inferior del tubo se retiran cuarenta y cinco (45) centímetros de este material de fondo, y se instala un Geotextil Tejido y luego se coloca y se compacta material de Relleno Tipo 6 hasta tener una capa de espesor treinta (30) centímetros, cuidando que el espacio de vacíos sea mínimo, encima de esta capa se instalará el material de Relleno Tipo 1 con un espesor de quince (15) centímetros, luego se coloca la tubería y Relleno Tipo 2A, compactándolo en capas de quince (15) centímetros de espesor, hasta obtener una altura de quince (15) centímetros por encima de la cota superior del tubo y se cierra el Geotextil, el Material de Relleno de la parte superior dependerá del Tipo de Vía o Andén que se tenga.

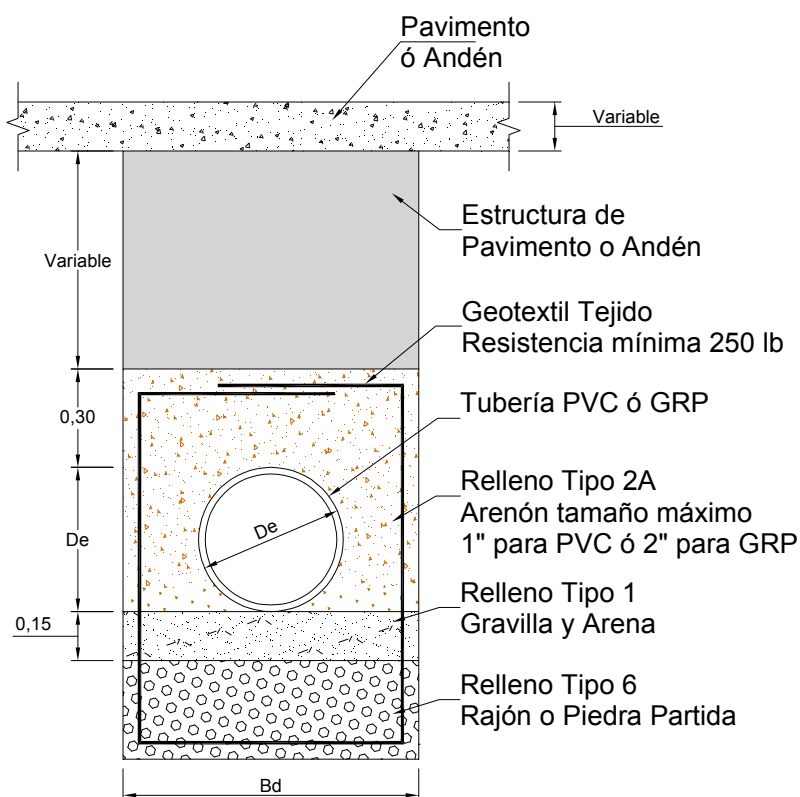


Figura 4.35 Cimentación Típica de tubería para Suelos Blandos

4.5.5 Cimentación Típica de Tuberías con Profundidades menores a 0.90 m

Cuando se presenten profundidades de tuberías en Zonas Vehiculares inferiores a noventa (90) centímetros, la tubería se protegerá con un dado de concreto de 2500 PSI (175 kg/cm²) o 1:2:4, el ancho de este dado será igual al ancho de la zanja, y su cota inferior estará veinte (20) centímetros por debajo de la cota inferior del tubo, y su cota superior estará quince (15) centímetros por encima de la cara externa más alta del tubo, encima de este material se instalará material de Relleno Tipo 5 o Base Granular, la cual debe colocarse y compactarse en capas máximo de quince (15) de espesor, este material tendrá una altura variable, la cual dependerá también del tipo de pavimento que se tenga. Este Dado de concreto debe instalarse en toda la longitud de la tubería cuya profundidad sea inferior a noventa (90) centímetros.

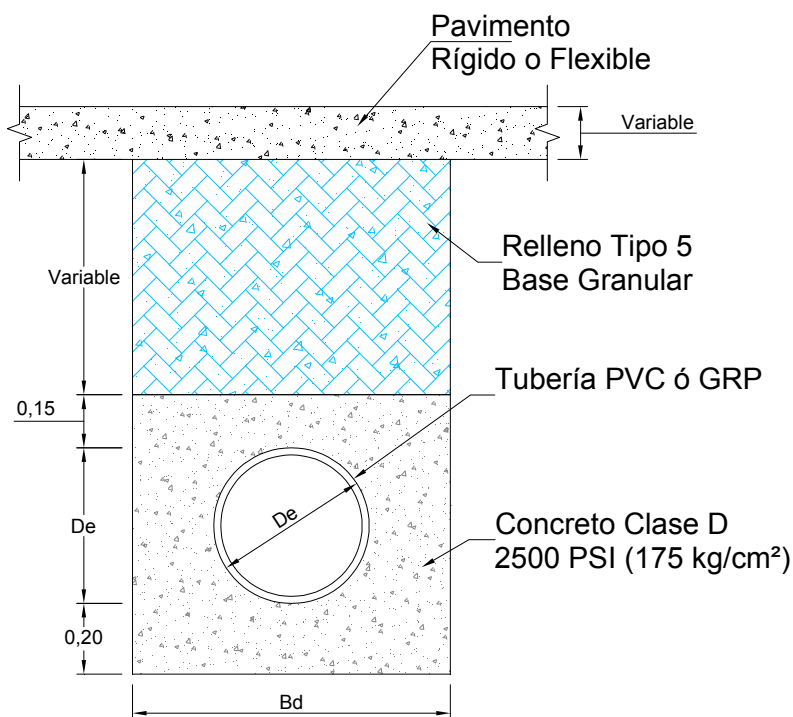


Figura 4.36 Cimentación Típica de tubería para Profundidades iguales o menores a 0.90 m

4.5.6 Cimentación Típica de tuberías con Pendientes entre 20% y 33%

Cuando las pendientes del tubo oscilen entre veinte por ciento (20%) y treinta y tres por ciento (33%) el Relleno Tipo 1 será reemplazado por una cama de Concreto Clase D de 2500 PSI (175 kg/cm²) o 1:2:4, se colocan diez (10) centímetros de Relleno, se instala la tubería y luego se instala más de este relleno hasta una altura igual a 1/6 del diámetro externo del tubo; cuando este concreto haya endurecido se instalará encima Relleno Tipo 2^a compactándolo en capas de máximo quince (15) centímetros, hasta una altura de treinta (30) centímetros por encima del tubo, luego se instalará Relleno Tipo 3 con un espesor final variable y el cual dependerá de la estructura de pavimento existente y a reemplazar.

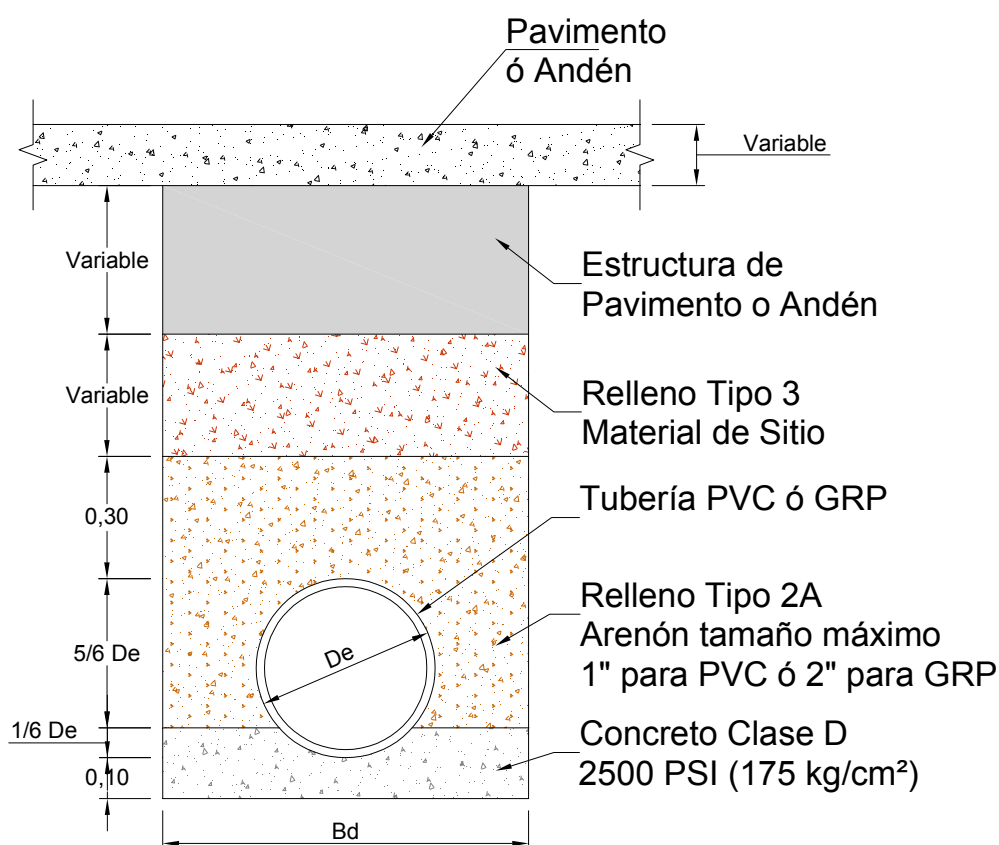


Figura 4.37 Cimentación Típica de tubería para Pendientes entre 20% y 33%

4.5.7 Cimentación Típica de tubería para Vías y Andenes en Adoquín

Cuando se requiera hacer instalación de tuberías en vías o andenes de adoquín y la pendiente sea inferior al veinte por ciento (20%), se retiraran los adoquines necesarios hasta obtener el ancho de la zanja necesario, se instala Relleno Tipo 1 en el fondo con un espesor de diez (10) centímetros, este adoquín debe colocarse sobre una capa de arena de espesor mínimo cinco (5) centímetros, la cual a su vez estará instalada sobre una capa de Relleno Tipo 4 o Sub-base Granular con un espesor mínimo de veinte (20) centímetros, después de instalados los adoquines las juntas entre estos se sellarán con arena.

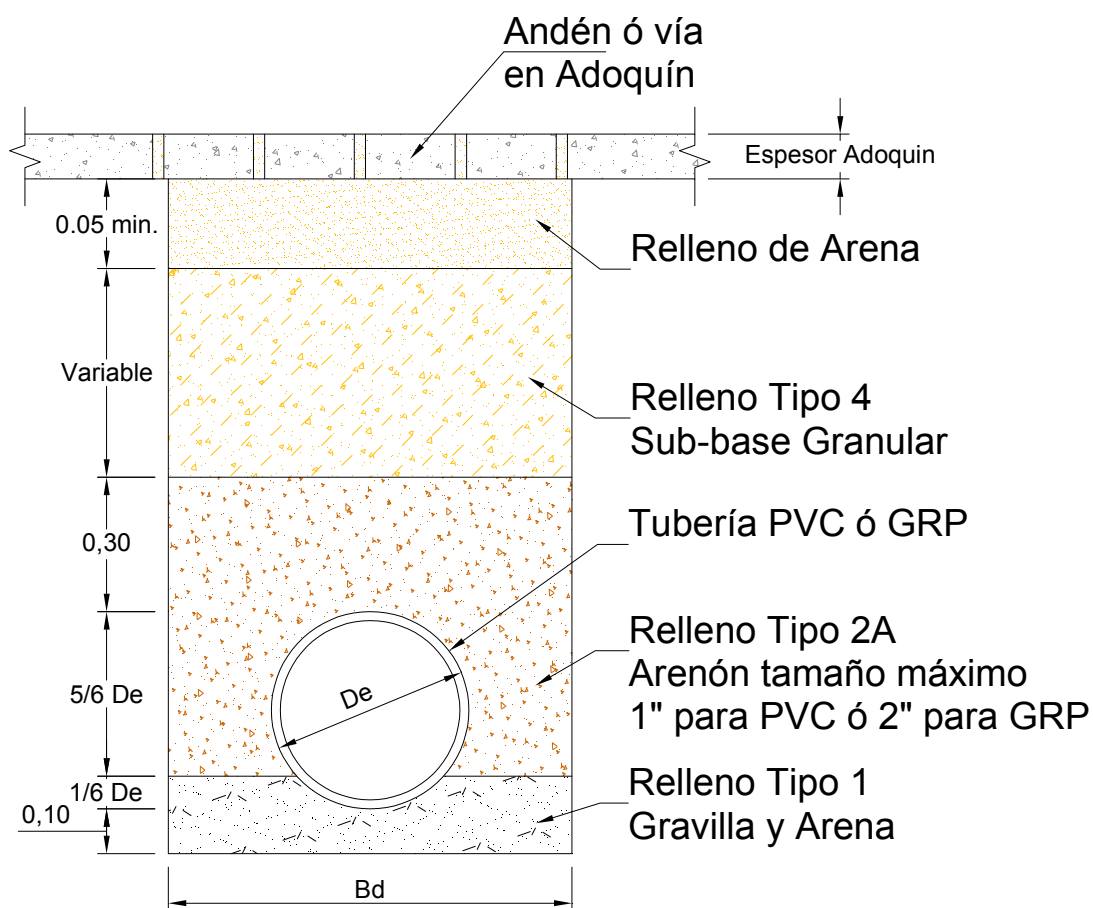


Figura 4.38 Cimentación Típica de tubería para Vías y Andenes en Adoquín

4.6 Otras Estructuras en Concreto

4.6.1 Sardineles

Estos se construirán en concreto de 3000 PSI (210 Kg/cm^2) o 1:2:3 e incluso en concretos de más alta resistencia si fuera necesario, las dimensiones de estos dependen del tipo de pavimento existente o a reponer siendo las medidas de cuarenta (40) centímetros de altura, diecisiete (17) centímetros de base mayor y quince (15) centímetros de base menor para pavimentos flexibles o asfálticos, como se aprecia en la Figura 4.39.

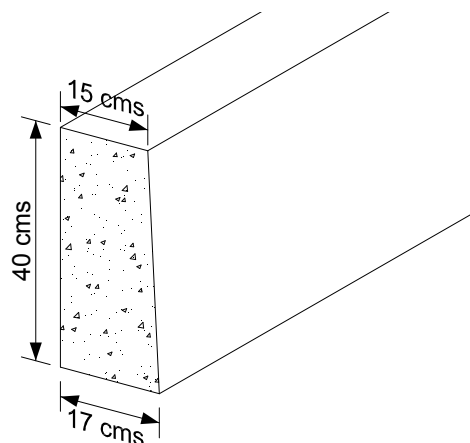


Figura 4.39 Medidas de Sardinel para Pavimento Flexible

O de quince (15) centímetros de altura y quince (15) centímetros de ancho para pavimentos Rígidos, como se aprecia en la Figura 4.40

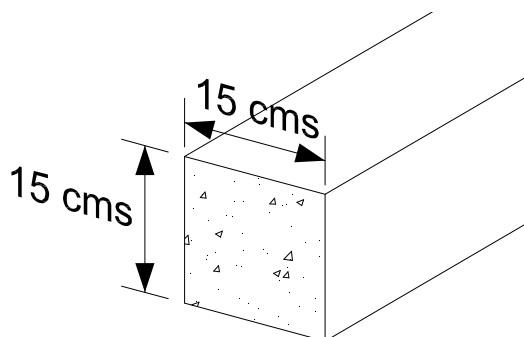


Figura 4.40 Medidas de Sardinel para Pavimento Rígido

4.6.2 Cámaras o Pozos de Inspección

Son estructuras de forma cilíndrica hechas de concreto reforzado con acceso superior concéntrico, las cuales cuentan con una tapa removible de concreto reforzado que permite el acceso a las tuberías de alcantarillado para su inspección o mantenimiento.

Estas estructuras son necesarias construirlas cuando se presenten cambios en la dirección de las tuberías, cambio de pendientes, intersecciones de tuberías, cambios necesarios en los diámetros de las tuberías o en el material de que están hechas, y finalmente es recomendable en tramos rectos no colocar cámaras a más de cien (100) metros con el fin de no dejar tramos tan largos que sean complicados de inspeccionar, realizar mantenimiento o reparar completamente.

Estas estructuras tendrán un diámetro interno de uno punto dos (1.2) metros; el espesor de sus paredes de concreto reforzado será de veinte (20) centímetros cuando la profundidad desde la cota rasante de la vía hasta la cota batea de la tubería más baja sea menor o igual a dos (2) metros, o de veinticinco (25) centímetros cuando sean profundidades mayores a dos (2) metros y menores a cuatro punto cinco (4.5) metros, el espesor de su losa de fondo será de treinta (30) centímetros y el espesor de su losa superior será de veinte (20) centímetros, todas estas medidas se aprecian mejor en la Figura 4.41 en donde: (a) medidas básicas para profundidades menores o iguales a dos (2) metros y (b) medidas básicas para profundidades mayores a dos (2) metros y menores a cuatro punto cinco (4.5) metros.

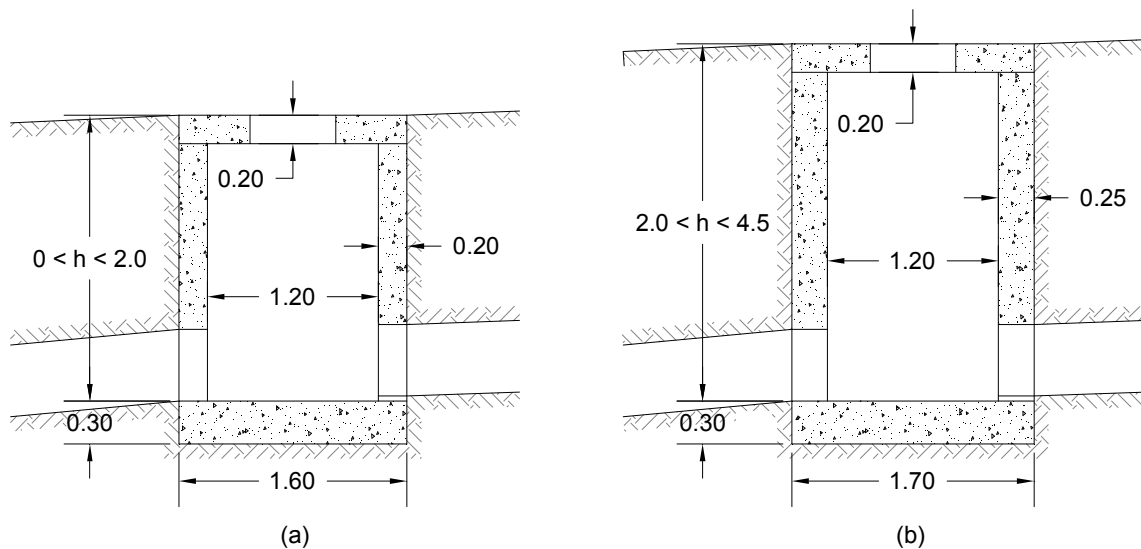


Figura 4.41 Dimensiones básicas para los Pozos o Cámaras de Inspección

Primero se excava el sitio donde se vaya a fundir el pozo, el agujero que se excave tendrá diámetro igual al diámetro externo del pozo ya que se fundirá el concreto directamente contra el terreno, cuando se haya alcanzado la profundidad de excavación requerida la cual será la cota de batea más baja, menos cinco (5) centímetros mínimos de diferencia en entre la cota batea y la placa, menos los treinta (30) centímetros de la placa de fondo, menos cinco (5) centímetros de solado de limpieza, se procede a fundir este solado en concreto pobre de 2000 PSI (140 Kg/cm^2) o 1:2:4, teniendo cuidado que el fondo de la zanja este seco y libre de basuras.

Cuando el solado ha endurecido completamente se procede a armar los aceros de la placa de fondo constituidos de flejes de acero de 1/2 pulgada de 420 MPa con ganchos a noventa (90°) grados de veinte (20) centímetros, estos flejes estarán espaciados cada veinte (20) centímetros en ambas direcciones y se elevarán mediante panelas de concreto y/o varillas para conseguir el recubrimiento inferior de cinco (5) centímetros y que queden los cinco (5) centímetros de recubrimiento superior; además deben dejarse los pelos o varillas verticales que formarán el

refuerzo del cilindro para ambas caras de la pared estos espaciados también cada veinte (20) entre ellos.

Como en los sitios donde se encuentra la tubería no habrá varilla de refuerzo debe colocarse unos refuerzos de remate en la zona de contacto entre el concreto y el tubo, estos refuerzos serán de varillas de 3/8 de pulgada de 420 MPa, colocados a una separación de cinco (5) centímetros de la cara externa del tubo, los aceros de la cara interior del cilindro estarán armados con una inclinación de cero (0°) grados mientras que los de la cara externa del cilindro tendrán una inclinación de cuarenta y cinco (45°) grados . Cuando este acero está completamente armado y colocado se funde en concreto de 3500 PSI (245 Kg/cm²) o 1:2:2 teniendo especial cuidado de dejar las juntas de construcción para cuando se vaya a fundir el cilindro.

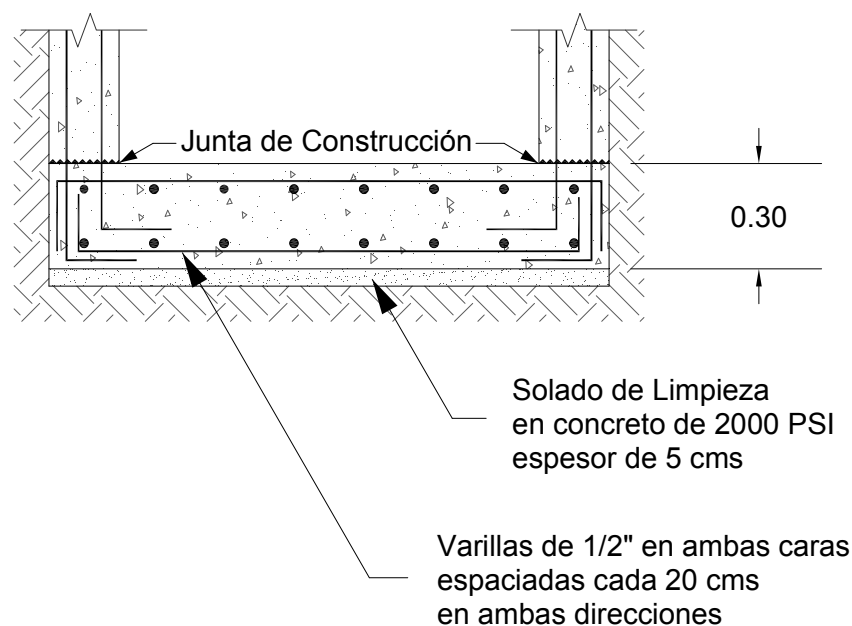


Figura 4.42 Corte lateral de la Placa de Fondo del Pozo de Inspección

El detalle del refuerzo del pasa muro se ilustra en la Figura 4.43 a continuación donde: (a) distribución angular para la cara interna y externa del cilindro y (b) medidas básicas del refuerzo y localización

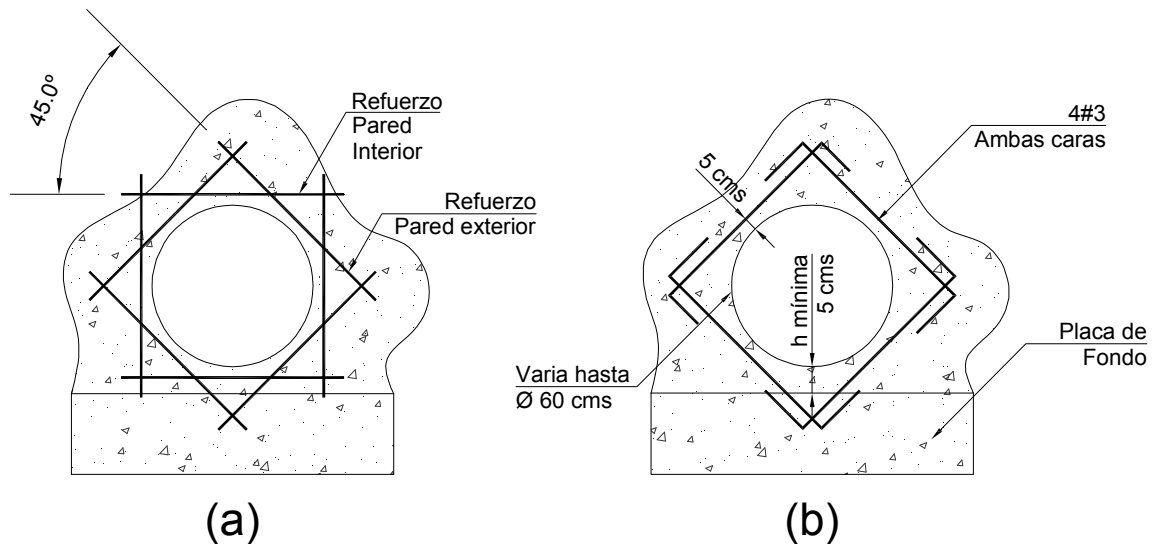


Figura 4.43 Detalle del Pasa muro del Pozo

Luego de que el concreto de la base esta duro, se termina de armar el refuerzo del cilindro amarrando las varillas de 1/2 pulgada horizontales cada veinte (20) centímetros, se coloca la formaleta que por lo general se usa metálica para un mejor acabado y facilidad de instalación y retiro, además esta formaleta debe ser especial y llevar ciertos orificios en un costado los cuales permitan la incrustación de los peldaños de acero.

Los peldaños estarán formados por varillas de 3/4 de pulgada los cuales tendrán una longitud de cuarenta (40) centímetros por treinta (30) centímetros de ancho y ganchos de veinte (20) centímetros a noventa (90°) grados en cada extremo; estos ganchos se colocarán cada cuarenta (40) centímetros a partir de la cara superior de la placa de fondo y deben sobresalir veinte (20) centímetros de la cara interna del cilindro, finalmente se instala el concreto Clase AD de 3500 PSI (245 Kg/cm²) o 1:2:2 hasta un nivel de cincuenta (50) a sesenta (60) centímetros aproximadamente, o más dependiendo del diámetro de la tubería, para facilitar la posterior fundición de la cañuela. En la Figura 4.44 se muestra el fleje de los peldaños y un corte de la ubicación de este y de la junta de construcción. La altura

de la Primera Fase de fundición del muro del cilindro depende del diámetro de la tubería.

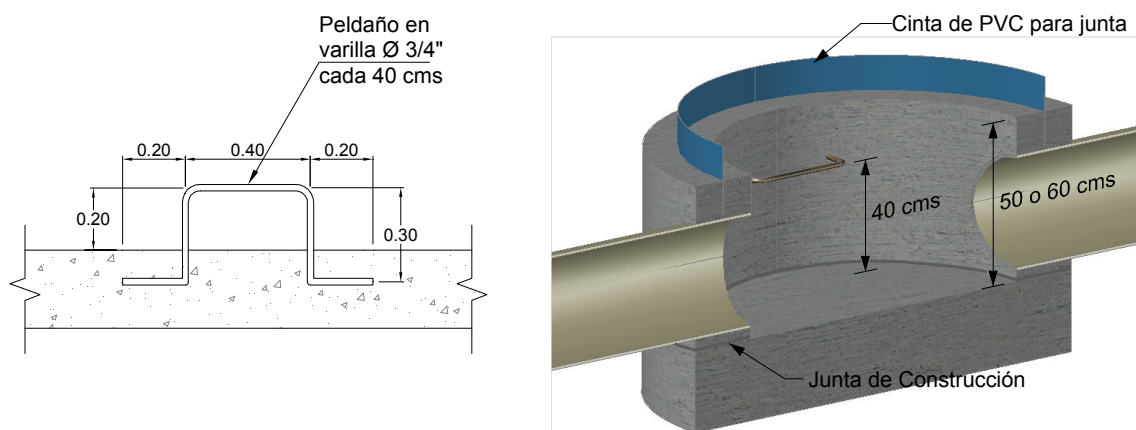


Figura 4.44 Detalle Fleje Peldaños y Primera Fase de Fundición del Cilindro del Pozo

A continuación en la Figura 4.45 se presenta un detalle de la distribución de aceros de refuerzo para el cilindro

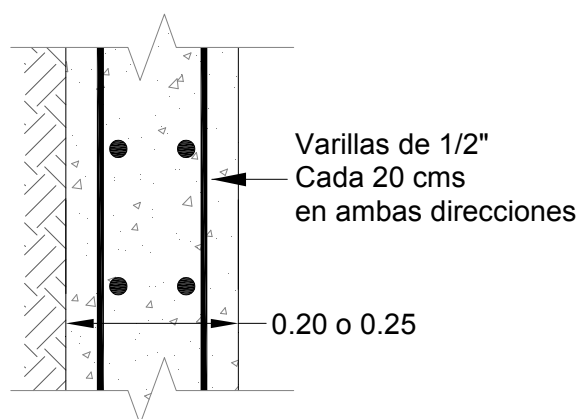


Figura 4.45 Detalle de corte Muro de cilindro del Pozo de Inspección

Luego se funde la cañuela en concreto de 3500 PSI (245 kg/cm^2) o 1:2:2, se vuelve a montar la formaleta y se funde el resto del cilindro, acomodando los demás peldaños; la Figura 4.46 es un corte del cilindro con todos los peldaños ya ubicados.

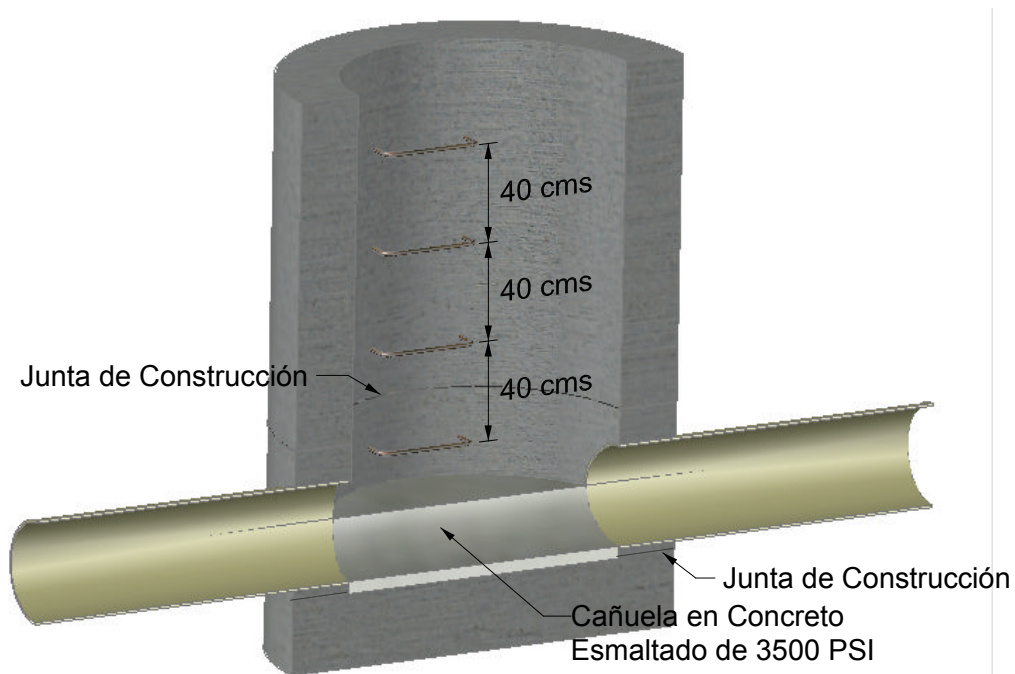


Figura 4.46 Ilustración de la separación vertical entre peldaños del Pozo de Inspección

Se arma la formaleta en madera para la placa superior, luego se amarran veintitrés (23) flejes de 3/8 de pulgada de forma radial alrededor del orificio de sesenta (60) centímetros que servirá de Acceso para los operarios, se colocan aros concéntricos en varillas de 3/8 de pulgada que constan de un aro de radio setenta y cinco (75) centímetros en la parte externa del armazón, dos (2) aros de cincuenta y cinco (55) centímetros de radio ubicados en la parte superior e inferior de la armazón, y dos (2) aros de cuarenta (40) centímetros de radio ubicados en la parte superior e inferior.

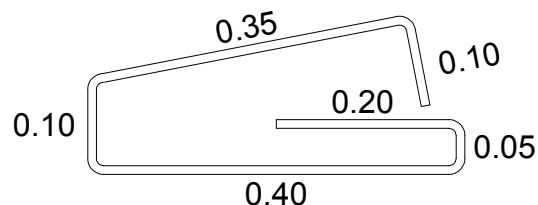


Figura 4.47 Detalle del Fleje de Placa Superior del Pozo de Inspección

El armazón terminado debe como se muestra en la Figura 4.48

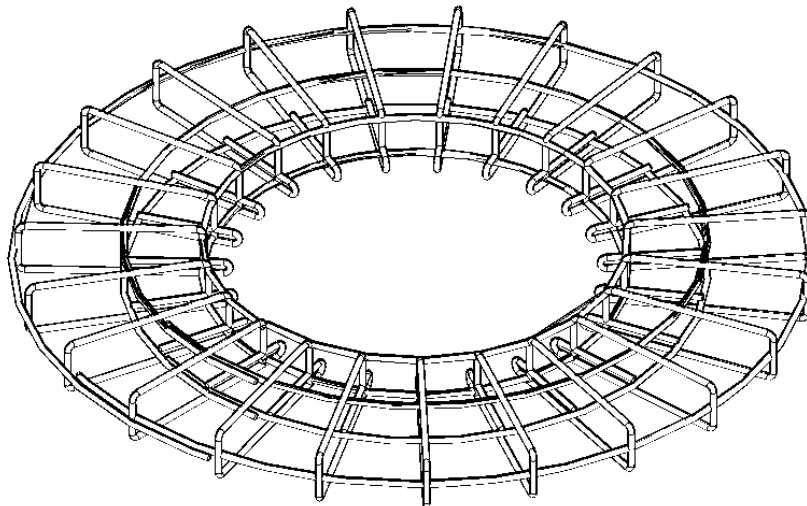


Figura 4.48 Refuerzo de Placa Superior del Pozo de Inspección

Mediante panelas de concreto se eleva este esqueleto en acero para que tenga un recubrimiento inferior de cinco (5) centímetros, se colocan tres (3) pares de tubos de veinte (20) centímetros de largo en tubería de PVC Conduit de una (1) pulgada, a una distancia radial de quince (15) centímetros medidos desde la cara de la formaleta central distribuidos en un ángulo de ciento veinte (120°) grados entre sí, entre los tubos de cada par debe existir una distancia de quince (15) centímetros.

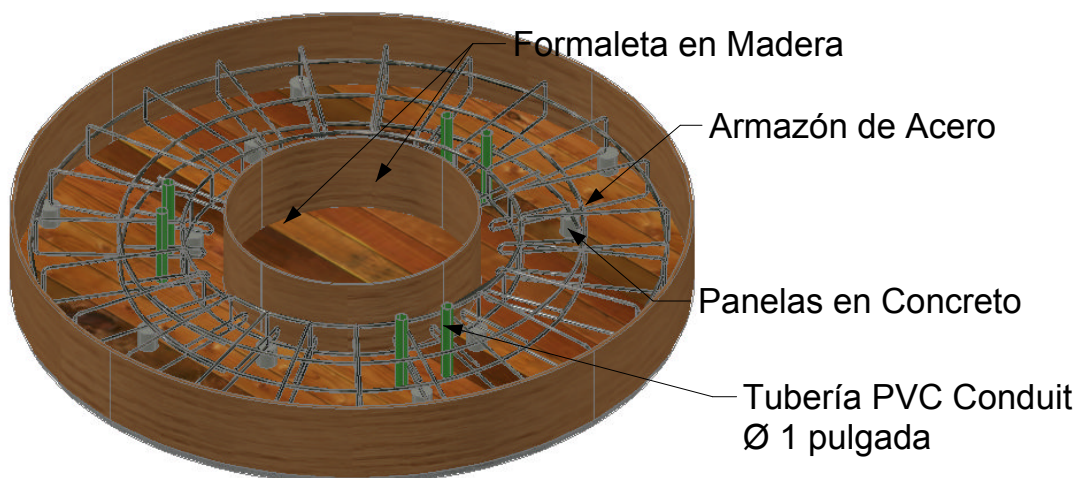


Figura 4.49 Colocación del Acero de refuerzo en la Placa Superior del Pozo

Luego se funde la Placa en concreto de 4000 PSI (280 Kg/cm²) o 1:2:1, inmediatamente después de fundido se incrusta el aro de acero prefabricado alrededor del orificio central que servirá de apoyo para la tapa central, la forma y medidas de este anillo se ilustra en la Figura 4.50.

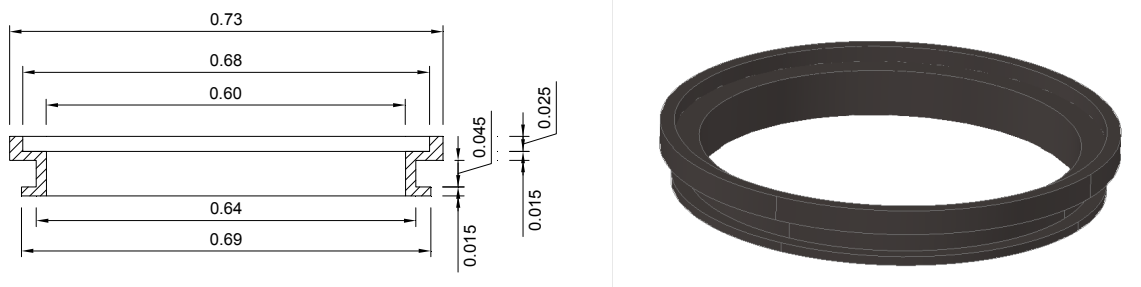


Figura 4.50 Medidas y forma Anillo Central de la Placa Superior del Pozo

Luego, se hacen ranuras de una (1) pulgada a lo largo de los quince (15) centímetros entre tubos Conduit lo que servirá para alojar las varillas que servirán de agarradera para la tapa; Después, se hace un chaflán a cuarenta y cinco (45°) grados en el borde exterior externo de la Placa a dos punto cinco (2.5) centímetros del filo, lo que permitirá una mejor adherencia entre el pavimento y la Placa.

En la Figura 4.51 se ilustra cómo es la forma de este chaflán y de esta agarradera donde: (a) detalle de chaflán en esquina; (b) detalle de agarradera placa superior.

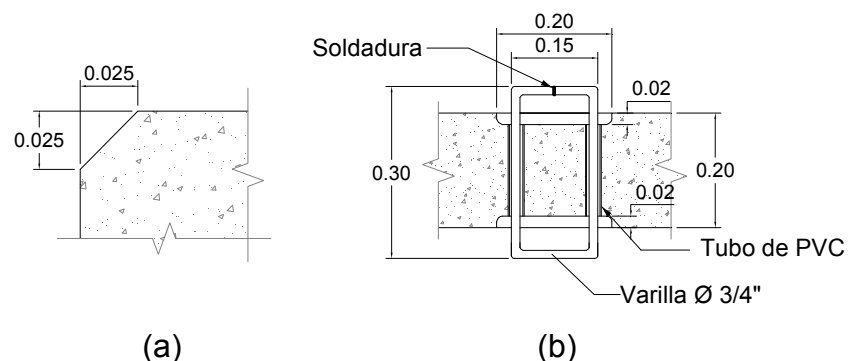


Figura 4.51 Detalles Constructivos de Placa Superior del Pozo de Inspección

Cuando la Placa está completamente seca y endurecida, se transporta y se coloca encima del cilindro, el cual debe haber sido previamente limpiado en su parte superior, en la superficie de contacto entre el cilindro y la Placa se aplicará un mortero fluido que presente un Slump de cinco (5) centímetros.

Por último, la Tapa de Acceso es recomendable conseguirla prefabricada, y debe estar hecha de ferroconcreto, constituida de un anillo exterior de hierro gris de acuerdo con la Norma A-48 de la ASTM para la clase de hierro 35, y un núcleo de concreto Clase AC de 4000 PSI (280 Kg/cm²) o 1:2:1.

La Tapa debe contar además con seis (6) agujeros de una (1) pulgada los cuales estarán ubicados a veintiséis punto cinco (26.5) centímetros de su eje perpendicular, las medidas y forma de esta Tapa se ilustran más claramente en la Figura 4.52 a continuación.

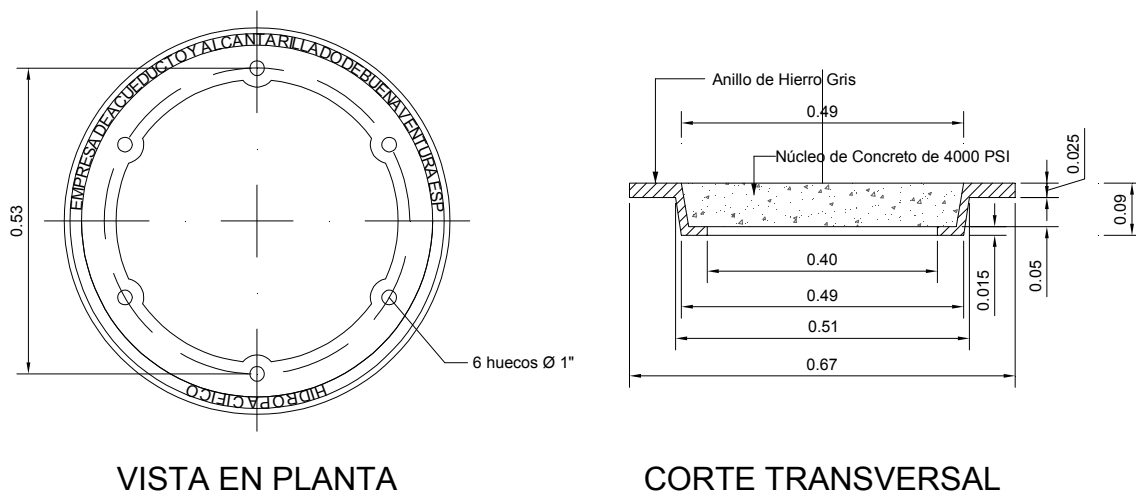


Figura 4.52 Detalles de Tapa de Acceso del Pozo de Inspección

4.7 Cámaras de Caída

Estas se utilizan cuando la diferencia que existe entre las cotas bateas de la tubería de entrada y de salida en una misma cámara son mayores o iguales a setenta y cinco (75) centímetros, esto con el fin de evitar el desgaste o erosión en el fondo del pozo de inspección.

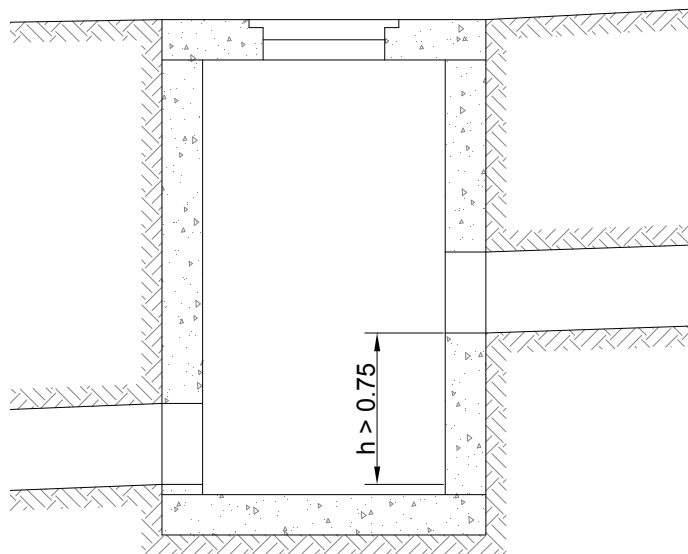
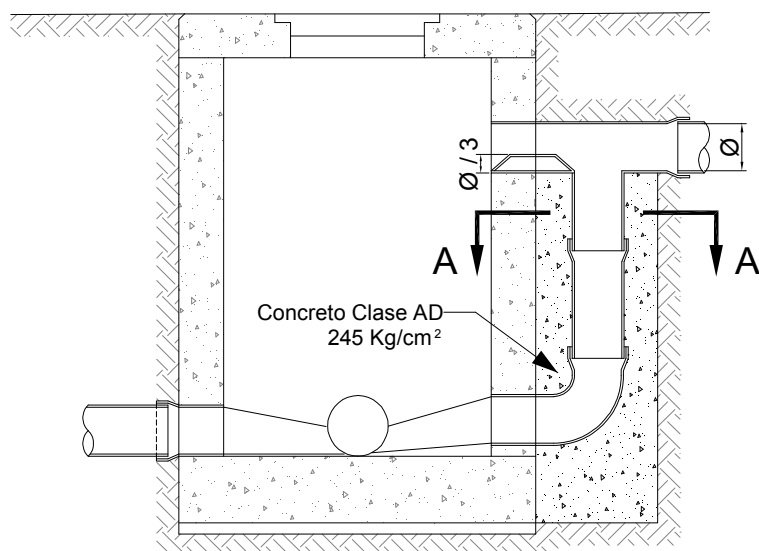


Figura 4.53 Ilustración de diferencia entre cotas batea de llegada y de salida

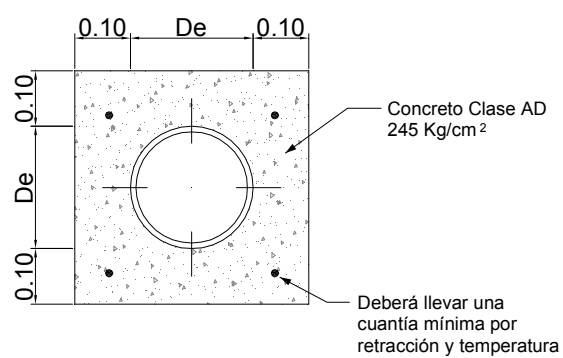
La bajante utilizada debe ser en tubería de PVC o GRP, e incluye el codo de noventa (90°) grados en los diámetros que sean necesarios según el proyecto, los cuales irán embebidos en un concreto clase C de 3000 PSI (210 Kg/cm²) o 1:2:3; cuando los diámetros son superiores a treinta y seis (36) pulgadas o noventa (90) centímetros, en vez de usar bajante de tubería, debe construirse una transición escalonada entre el tubo y la cámara.

Las dimensiones de esta cámara de caída dependen del tubo que se vaya a instalar siendo las medidas laterales igual al diámetro externo más veinte (20) centímetros en cada dirección, esta cámara debe ser fundida en concreto Clase AD de 3500 PSI (245 Kg/cm²) o 1:2:2.

Además, debe colocarse una cuantía mínima de acero para evitar el agrietamiento por retracción y cambios de temperatura.



CORTE CÁMARA DE CAÍDA



SECCIÓN A - A

Figura 4.54 Detalles de Cámara de Caída

4.7.1 Sumideros

Estos deben colocarse en los puntos más bajos o depresiones del terreno, en sitios en donde se reduzca la pendiente longitudinal, antes de puentes y terraplenes y antes de los cruces entre calles y antes de los puentes peatonales.

En el municipio de Buenaventura básicamente se usan tres tipos de sumideros, los sumideros dobles o sencillos de rejilla longitudinal y los sumideros transversales.

Los que se usan generalmente, y los cuales serán aplicables a la mayoría de los casos en Buenaventura, son los sumideros sencillos con rejillas longitudinales, estas rejillas son generalmente en concreto Clase AA de 5000 PSI (350 kg/cm²), con refuerzo no continuo de 420 MPa.

La tubería de salida de estos al colector debe ser de diez (10) pulgadas para sumideros longitudinales y catorce (14) pulgadas para sumideros transversales, esta tubería debe tener un lecho de concreto clase E de 2000 PSI (140 kg/cm²) o 1:2:4. Es imprescindible que los sumideros se conecten directamente a las cámaras de inspección y que la longitud de su tubería no exceda los quince (15) metros de longitud.

En caso de presentarse terrenos de alta pendiente, en vez de usar el sumidero sencillo con rejilla de orificios longitudinales, se usara sumidero con rejilla de orificios transversales.

Si el sumidero es nuevo, lo primero es hacer la excavación para la caja y para la tubería que conecta del sumidero a la cámara, si es un sumidero a reponer se hará la respectiva demolición del sumidero existente y de la tubería, luego se procede a retirar los escombros.

4.7.1.1 Sumidero Sencillo de Rejilla Horizontal

Para el sumidero sencillo sus medidas serán de ciento sesenta y cinco (165) centímetros de largo por setenta (70) centímetros de ancho con una profundidad de un (1) metro, se debe hacer la excavación considerando un sobre ancho que permita la correcta instalación de la formaleta, además se deben agregar cinco (5) centímetros de profundidad para la instalación de un solado de limpieza, este solado será en concreto clase E de 2000 PSI (140 kg/cm^2) o 1:2:4.

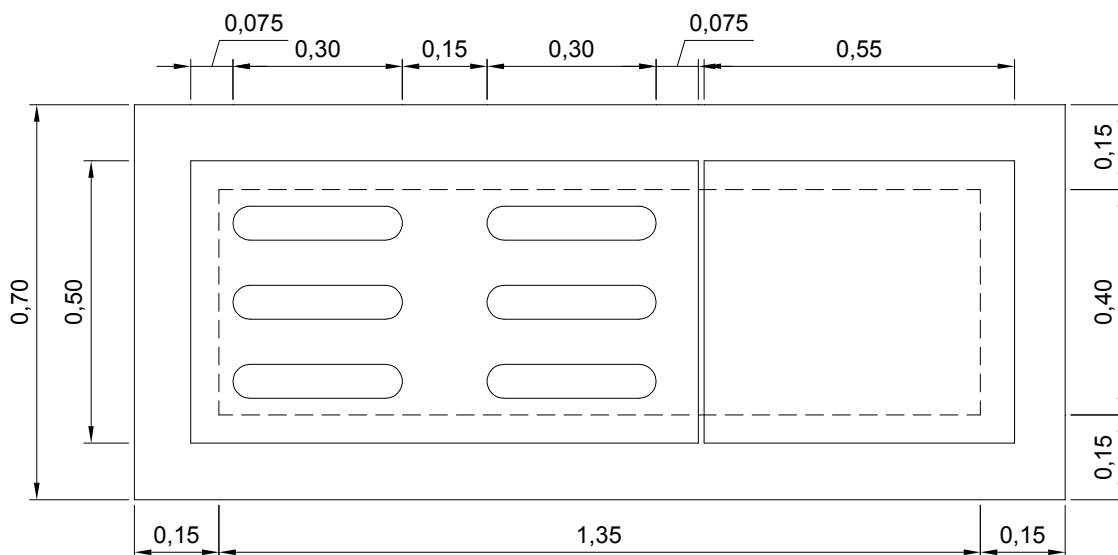


Figura 4.55 Planta Sumidero Sencillo de Rejilla Horizontal

Las paredes del sumidero, así como las pantallas interiores y la placa de fondo estarán hechas de concreto reforzado clase AD impermeabilizado de 3500 PSI (245 kg/cm^2) o 1:2:2, estas paredes tendrán un espesor de quince (15) centímetros y refuerzo horizontal y vertical en ambas caras en varillas de 1/2 pulgada espaciadas cada veintiocho (28) centímetros en ambas direcciones. La placa de Fondo del sumidero será de concreto Impermeabilizado Clase AD de 3500 PSI (245 kg/cm^2) ó 1:2:2 y tendrá una doble parilla de refuerzo en varilla de 1/2 pulgada, espaciadas cada veinticinco (25) centímetros en ambas direcciones. Además deberá tener una Pantalla transversal también en concreto

impermeabilizado de 3500 PSI a una distancia de veinticinco (25) de la cara lateral interna del sumidero en el lado de la tapa, la cual tendrá un espesor de cinco (5) centímetros por cincuenta (50) de alto y su ancho será igual al ancho interno del sumidero, esta pantalla llevara refuerzo horizontal y vertical en varillas de 1/2 pulgada, espaciadas cada veintiocho (28) centímetros en ambas direcciones; llevará una viga transversal en Concreto Clase AD de 3500 PSI (245 kg/cm²) ó 1:2:2 ubicada a quince (15) centímetros de la pantalla descrita con anterioridad y a una altura de cuarenta (40) centímetros desde la Placa de Fondo, su forma y medidas se detallaran en la Figura 4.56.

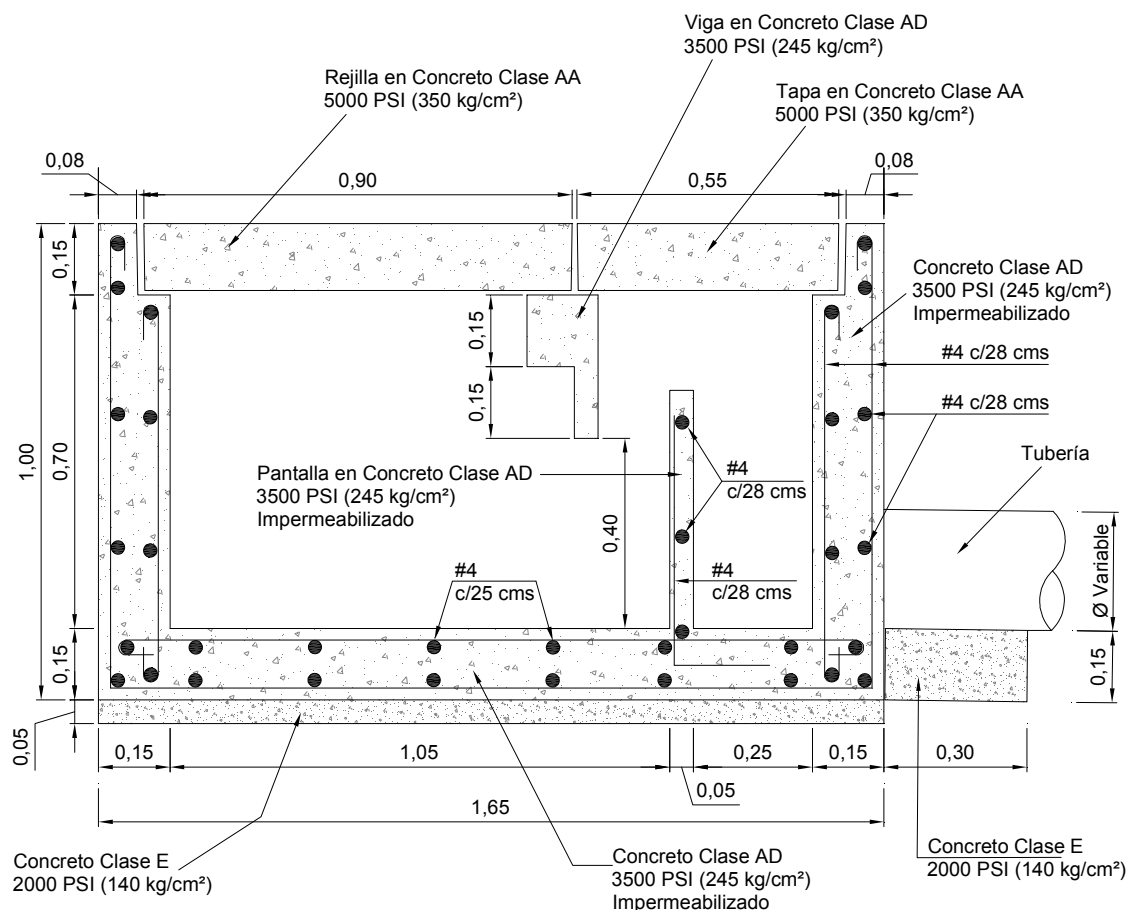


Figura 4.56 Corte Longitudinal de Sumidero Sencillo de Rejilla Horizontal

A continuación en la Figura 4.57 se presenta un detalle de las medidas y del refuerzo usados en la viga Transversal del sumidero

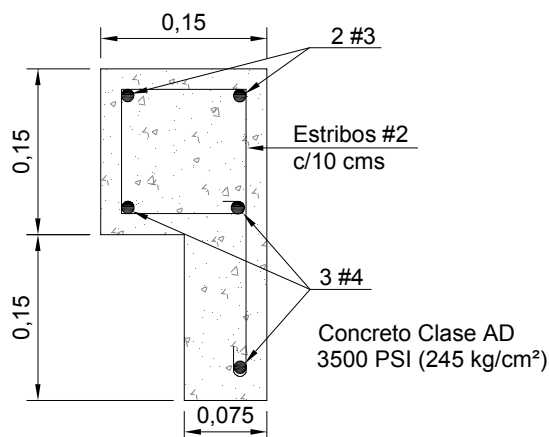


Figura 4.57 Detalle de Viga Transversal de Sumidero

La Rejilla del Sumidero Horizontal tanto Sencillo como Doble, será de Concreto Clase AA de 5000 PSI (350 kg/cm²) y llevará refuerzo horizontal en varillas de 1/2 pulgada para la parte inferior y de 3/8 de pulgada para la parte superior, es recomendable que estas rejillas se consigan prefabricadas, sin embargo en las Figura 4.58 y 4.59 se presentan sus medidas

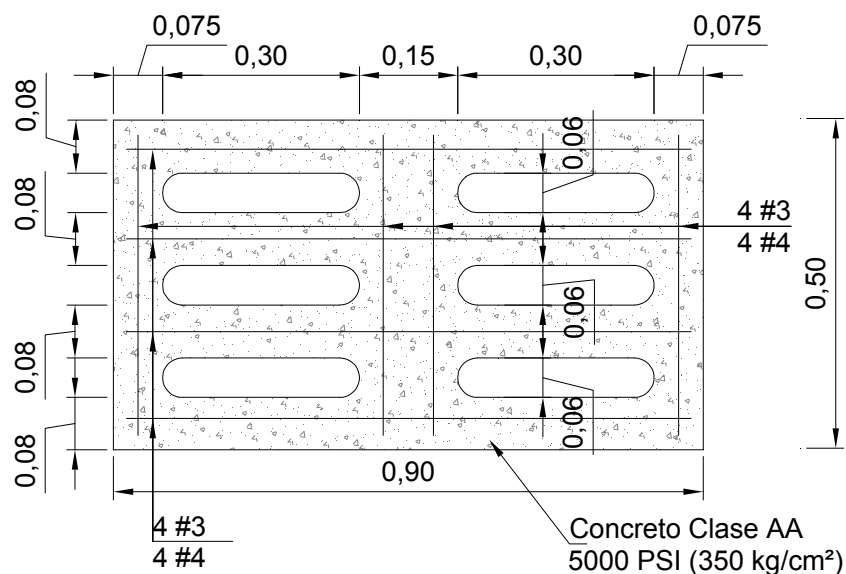


Figura 4.58 Planta de Rejilla Horizontal de Sumidero

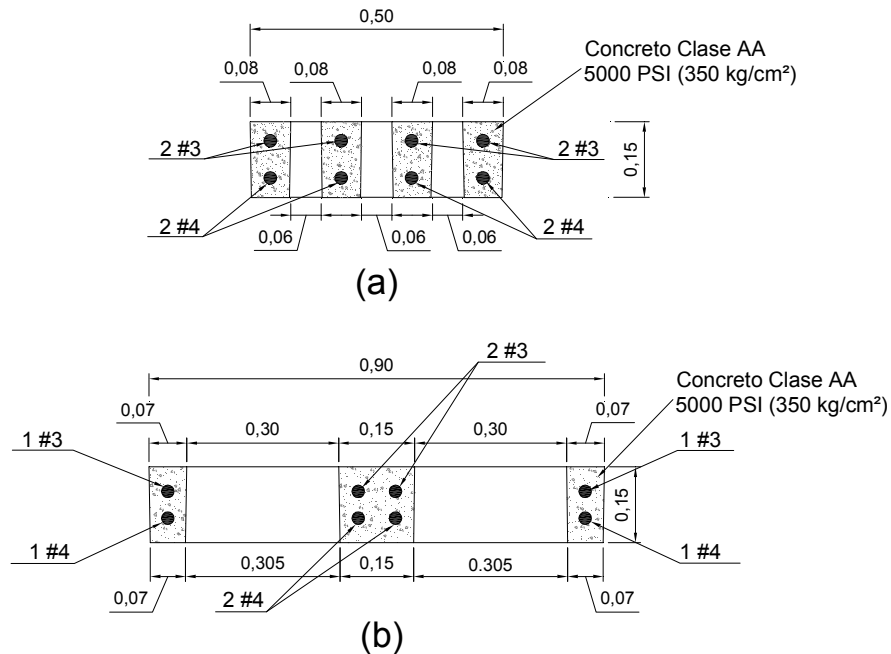


Figura 4.59 (a) Corte Transversal Rejilla Sumidero; (b) Corte Longitudinal Rejilla Sumidero

La tapa para todos los sumideros será de Concreto Reforzado Clase AA de 5000 PSI (350 kg/cm²), sus dimensiones serán de cincuenta (50) centímetros de ancho por cincuenta y cinco (55) centímetros de largo, con un espesor de quince (15) centímetros, sus medidas y refuerzo se ilustran en las Figura 4.60.

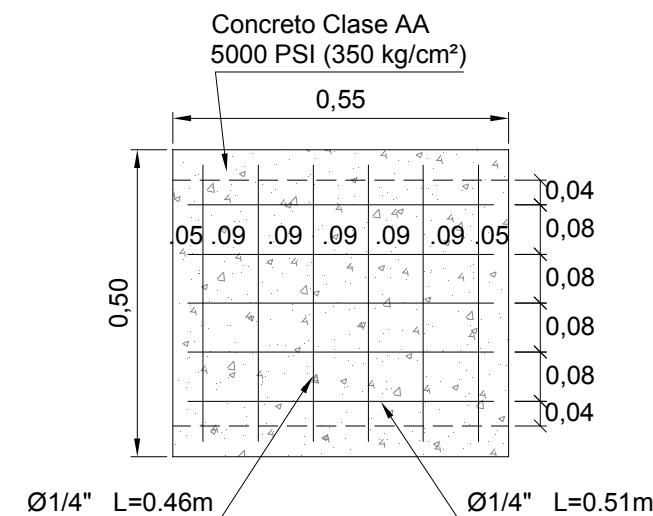


Figura 4.46 Planta Tapa Sumidero

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se explico al principio del manual este se realizo de acuerdo al estudio de las condiciones existentes en el municipio de Buenaventura, pero dado que en gran parte de los municipios de la costa pacífica colombiana, se encuentra condiciones de suelos iguales o similares, de acuerdo con la evaluación realizada con varios profesionales en el tema se recomienda el uso de este manual o guía para la obras de alcantarillado en aquellos municipios que así lo requieran o consideren necesario.

Se decidió cambiar el titulo de la guía y este documento por considerar primero que el anterior cuyo contenido era “MANUAL BASICO PARA EJECUCION DE OBRAS DE ALCANTARILLADO A NIVEL ARTESANAL O TECNICO EN EL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA” era muy extenso, y como se menciona antes, este documento tiene aplicación para otras zonas aparte de Buenaventura.

Se introduce un glosario de términos técnicos usados dentro de este documento, según las recomendaciones dadas para que tenga alcance para un mayor público, o para los profesionales de otras regiones que no tengan entendimiento de la terminología usada en esta región del país.

Los elementos de alcantarillado no expuestos dentro del manual se recomienda que sean adelantados y supervisados por personal profesional especializado en el tema y por lo tanto no se incluyen en este manual que es para un público más general.

Como el municipio de Buenaventura y la mayoría de los municipios de la costa pacífica no cuentan con una norma de alcantarillado establecida y aprobada se recomienda el fácil acceso de este documento para el público en general.

6 GLOSARIO

Aguas Lluvias: Aguas provenientes de la precipitación pluvial

Aguas residuales: Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

Alcantarillado: Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

Alcantarillado Combinado: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

Alcantarillado Pluvial: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias.

Alcantarillado Sanitario: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

Anden: Zona pública generalmente de concreto destinada para la circulación de peatones.

Caja de Inspección Domiciliar: Cámara localizada en el límite de la red pública de alcantarillado y la privada, que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.

Cámara de Caída: Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

Cañuela: Parte interior inferior de una estructura de conexión o pozo de inspección, cuya forma orienta el flujo.

Colector: Conducción cerrada constituida principalmente de tubos cilíndricos que conducen las aguas lluvias, residuales o combinadas generalmente por el eje de las vías.

Colmatada: Obstrucción de una estructura de alcantarillado mediante un proceso de sedimentación continuo.

Conexión Domiciliar: Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

Conexiones Erradas: Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.

Cota de Batea: Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

Cota Clave: Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

Cota de Fondo: Nivel más bajo en los pozos o cámaras de inspección.

Edificación: Construcción usada por el hombre para el uso de vivienda o actividades comerciales.

Entibado: Construcción en madera o metálica usada para la prevención de derrumbes en las caras laterales de las zanjas.

Escorrentía: Volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

Interceptor: Conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores principales, y generalmente se construye paralelamente a quebradas o ríos, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a los mismos.

Lodo: Mezcla resultante de la suspensión de sólidos en líquidos provenientes de las actividades domésticas, comerciales o industriales.

Pavimento: Estructura de concreto o asfalto instalada sobre las vías destinada al uso para circulación de vehículos.

Pilote: Estructura de madera o metálica que se incrusta en el suelo para mejorar la resistencia a las cargas.

Pozo o Cámara de Inspección: Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores.

Precipitación: Cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado.

Sardinel: Estructura longitudinal de concreto que separa la zona de pavimento del andén.

Sedimentación: Proceso físico mediante el cual se depositan en el fondo los sólidos suspendidos en las aguas lluvias, residuales o combinadas.

Sumidero: Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

Tramo: Colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

Tramos Iniciales: Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

Tubo o Tubería: Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

Zanja: Excavación realizada con el fin de instalar los tubos o conducciones de los colectores.

7 BIBLIOGRAFIA

HIDROPACIFICO S.A. E.S.P. (2005) **Plan de saneamiento y manejo de vertimientos del municipio de Buenaventura.**

HIDROPACIFICO S.A. E.S.P. (2009) **Plan maestro de acueducto y alcantarillado de Buenaventura.**

HMV INGENIEROS (2001) **Estudio de alternativas de conducción y tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Buenaventura y modelo hidrodinámico de la bahía.**

PAVCO S.A. (2005) **Tubosistemas para Alcantarillado W-Reten, Manual Técnico.**

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI, GERENCIA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO (1999) **Normas de construcción para las obras de alcantarillado.**

CONSEJO NACIONAL DE POLITICA ECONOMICA Y SOCIAL, REPUBLICA DE COLOMBIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION (2006) **Política de estado para mejorar las condiciones de vida de la población de Buenaventura.**

ROBERTO LOZANO BATALLA (2008) **Así es Buenaventura.**

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION DNP (2008) **Caracterización del desarrollo territorial departamental.**

REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS (2000) **Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domesticas y pluviales.**

8 REFERENCIA DE FIGURAS

- Mapa Físico-Político del Departamento del Valle del Cauca, Tomado de Enciclopedia Encarta.
- Mapa Climático de Colombia, Tomado de Enciclopedia Encarta.
- Mapa de Precipitación media anual en Colombia, Tomado de Enciclopedia Encarta.
- División del municipio por comunas, Tomado de Mapa del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Buenaventura.
- Porcentaje de estructuras colmatadas, Figura propia de este documento.
- Porcentaje de estructuras cubiertas, Figura propia de este documento.
- Porcentaje de estructuras con tapa sellada, Figura propia de este documento.
- Porcentaje de tramos en mal estado, Figura propia de este documento.
- Porcentaje de tipos de tubería, Figura propia de este documento.
- Porcentaje de área con cobertura de la red, Figura propia de este documento.
- Porcentaje de tubería sedimentada, Figura propia de este documento.
- Ejemplo de alineamiento y trazado de colectores, Figura propia de este documento.

- Orden recomendado de ejecución de las obras, Figura propia de este documento.
- Profundidades Mínimas de colectores, Figura propia de este documento.
- Ubicación Caja y separación vertical entre colectores, Figura propia de este documento.
- Alineación horizontal para Acometidas en Pavimento Flexible, Tomado de Normas de construcción para las obras de alcantarillado de Emcali.
- Alineación horizontal para Acometidas en Pavimento Rígido, Figura propia de este documento.
- Vista en Planta de Caja domiciliar, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Corte de Caja domiciliar, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Agarradera Tipo Argolla para Tapa de Caja Domiciliar, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Agarradera Tipo Manija para Tapa de Caja Domiciliar, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Planta de Tapa Caja Domiciliar, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.

- Figuras de Procedimiento de Construcción de Caja Domiciliar, Figuras propias de este documento.
- Detalle isométrico de acometidas en pavimento rígido, Figura propia de este documento.
- Detalles de acometidas domiciliarias, Tomado de Normas de construcción para las obras de alcantarillado de Emcali.
- Marcación del agujero para Acometida, Figura propia de este documento.
- Perforación de tubo para Acometida, Figura propia de este documento.
- Corte de Tubería para Acometida domiciliaria, Figura propia de este documento.
- Eliminación de rebordes para Acometida, Figura propia de este documento.
- Sellado de Agujero para Acometida, Figura propia de este documento.
- Colocación de silla Yee, Figura propia de este documento.
- Amarre de silla Yee, Figura propia de este documento.
- Secciones transversales de zanjas, Tomado de Normas de construcción para las obras de alcantarillado de Emcali.
- Esquema típico de Entibado Tipo 1, Figura propia de este documento.

- Esquemas típico de Entibado Tipo 1A, Figura propia de este documento.
- Esquema típico de Entibado Tipo 1A, Figura propia de este documento.
- Esquema típico de Entibado Tipo 3, Figura propia de este documento.
- Esquema típico de Entibado Tipo 1A alternativo, Figura propia de este documento.
- Esquema típico de Entibado Tipo 2 alternativo, Figura propia de este documento.
- Esquema típico de pilotes para entibado, Figura propia de este documento.
- Isometría de anclaje para tuberías, Figura propia de este documento.
- Corte Transversal de Collar de Concreto, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Corte Longitudinal de Collar de Concreto, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Cimentación Típica de tubería para Vías de Pavimento Flexible, Figura propia de este documento basada en Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Cimentación Típica de tubería para vías de Pavimento Rígido, Figura propia de este documento basada en Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.

- Cimentación Típica de tubería para Andenes, Figura propia de este documento basada en Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Cimentación Típica de tubería para Suelos Blandos, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Cimentación Típica de tubería para Profundidades iguales o menores a 0.90 m, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Cimentación Típica de tubería para Pendientes entre 20% y 33%, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Cimentación Típica de tubería para Vías y Andenes en Adoquín, Figura propia de este documento basada en Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Medidas de Sardiné para Pavimento Flexible, Figura propia de este documento.
- Medidas de Sardiné para Pavimento Rígido, Figura propia de este documento.
- Dimensiones básicas para los Pozos o Cámaras de Inspección, Figura propia de este documento.
- Corte lateral de la Placa de Fondo del Pozo de Inspección, Figura propia de este documento.

- Detalle del Pasa muro del Pozo, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Detalle Fleje Peldaños y Primera Fase de Fundición del Cilindro del Pozo, Figura propia de este documento.
- Detalle de corte Muro de cilindro del Pozo de Inspección, Figura propia de este documento.
- Ilustración de la separación vertical entre peldaños del Pozo de Inspección, Figura propia de este documento.
- Detalle del Fleje de Placa Superior del Pozo de Inspección, Figura propia de este documento.
- Refuerzo de Placa Superior del Pozo de Inspección, Figura propia de este documento.
- Colocación del Acero de refuerzo en la Placa Superior del Pozo, Figura propia de este documento.
- Medidas y forma Anillo Central de la Placa Superior del Pozo, Figura propia de este documento.
- Detalles Constructivos de Placa Superior del Pozo de Inspección, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Detalles de Tapa de Acceso del Pozo de Inspección, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.

- Ilustración de diferencia entre cotas batea de llegada y de salida, Figura propia de este documento.
- Detalles de Cámara de Caída, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Planta Sumidero Sencillo de Rejilla Horizontal, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Corte Longitudinal de Sumidero Sencillo de Rejilla Horizontal, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Detalle de Viga Transversal de Sumidero, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Planta de Rejilla Horizontal de Sumidero, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Corte Transversal Rejilla Sumidero y Corte Longitudinal Rejilla Sumidero, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.
- Planta Tapa Sumidero, Tomado de Especificaciones Técnicas de Alcantarillado de proyectos de Buenaventura.

9 ANEXOS

A continuación se presentan como anexos los resultados de la encuesta realizada a profesionales Ingenieros Civiles que laboran en el diseño y construcción de redes de Alcantarillado en el departamento de ingeniería de las Empresas Publicas de Cali, así como otros profesionales que se desempeñan como contratistas en la ejecución de obras de redes de alcantarillado y que tienen una amplia experiencia en el ramo.

También se presentan las encuestas realizadas a la mano de obra directamente relacionada con la construcción, por lo que esta se desarrollo entre maestros de obra y técnicos con una amplia experiencia en ejecución de obras de este tipo.