
4003 – Sistemas de Alcantarillado

MAURICIO PERFETTI DEL CORRAL

Director

DIEGO SILVA ARDILA

Subdirector

ALEXANDRA NAVARRO ERAZO

Secretaria General

Directores técnicos

NELCY ARAQUE GARCÍA

Regulación, Planeación, Estandarización y Normalización

EDUARDO EFRAÍN FREIRE DELGADO

Metodología y Producción Estadística

LILIANA ACEVEDO ARENAS

Censos y Demografía

MIGUEL ÁNGEL CÁRDENAS CONTRERAS

Geoestadística

HENRY ANTONIO MENDOZA TOLOSA

Síntesis y Cuentas Nacionales

ÉRIKA DEL CARMEN MOSQUERA ORTEGA

Difusión, Mercadeo y Cultura Estadística

© DANE, 2014

Prohibida la reproducción total o parcial sin permiso o autorización del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia.

Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE)

Eduardo Efraín Freire Delgado

Grupo de Investigación: **Avance Físico de Obras Civiles**

Coordinación Construcción y Transporte:

Andrea Carolina Rubiano Fontecha

Coordinador de la Investigación: **Andres Mauricio Chavez**

Asesoría técnica: **Carmela Serna**

Investigadores: **Lady Rocio Ramirez, Librado Andrés Caro, Elkin Mauricio Escobar, Mauro Chagüi, Carlos Augusto Mejía, Nazly Naizaque, David Chavez Prieto, Alejandra Rodriguez, Alexandra Hernández, Andres Chavez.**

Redacción: **Lady Rocio Ramirez**

Corrección de estilo: **David Chavez Prieto**

Diagramación: **David Chavez Prieto**

Impresión y acabados: **Taller de Ediciones del DANE**

Contenido

1. CONTEXTO NACIONAL	4
1.1. Diagrama del flujo de inversión de los sistemas de alcantarillado Colombia	8
2. TIPOLOGÍA DE INTERVENCIÓN DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	9
3. VARIABLES DE DISEÑO	11
3.1. Topografía	11
3.2. Localización Geográfica	11
Imagen 6. Mapa Hidrológico de Colombia	11
Fuente: IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi	11
4. TIPOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO SEGÚN LAS VARIABLES DE DISEÑO	12
4.1. Sistemas convencionales	12
4.2. Sistemas no convencionales	13
4.3. Sistemas in situ	14
4.4. Sistema de alcantarillado pluvial	14
<p>Aquel cuando las condiciones propias de drenaje de la localidad requieran una solución a la evacuación de la escorrentía pluvial. No es necesario cuando: La evacuación de la escorrentía pluvial podría lograrse satisfactoriamente a través de las cunetas de las calles. Abarcan la totalidad de la población o solamente los sectores con problemas de inundaciones.</p>	
4.4.1. Componentes de una red de alcantarillado pluvial	15
4.4.2. Componentes de una red de alcantarillado sanitario	16
5. CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	17
5.1. Preliminares	17
5.2. Campamento	18
6. CAPÍTULO CONSTRUCTIVOS	25
7. VARIABLE FÍSICA DE SEGUIMIENTO (UNIDAD DE MEDIDA)	28
8. PONDERACIONES	28
9. GLOSARIO	30

1. CONTEXTO NACIONAL

Las redes de alcantarillado cumplen un papel fundamental en el desarrollo de un país, ya que hacen parte de la infraestructura necesaria para mejorar las condiciones y la calidad de vida de la población y de esta manera contribuyen con el progreso sostenible y con el crecimiento económico y social a través de la inversión y la eficiente ejecución y utilización de los proyectos.

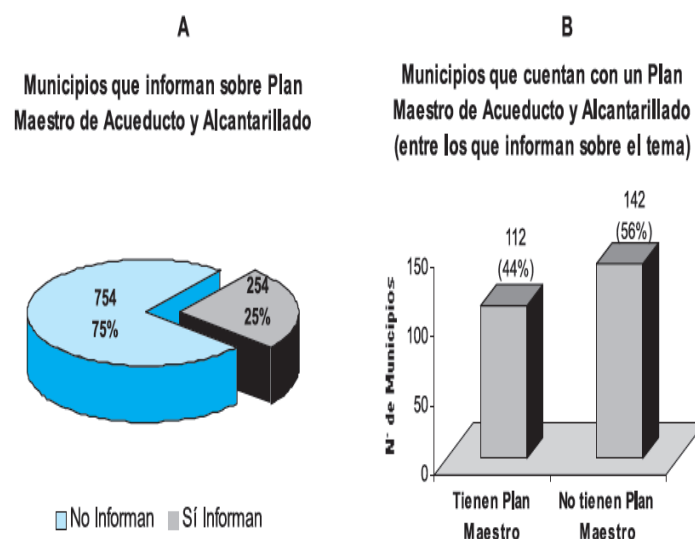
Durante la década de los noventa, la mayoría de países con economías de mercado redefinieron el papel del Estado en la prestación de los servicios públicos a la población. En esencia, los antiguos monopolios estatales fueron reemplazados por estructuras de mercado con participación de capitales privados en un ambiente de competencia. Los gobiernos reorientaron su participación en los mercados, transfiriendo en parte al sector privado la prestación de los servicios y asumiendo más activamente el papel de reguladores y vigilantes de los prestadores. La definición de este nuevo enfoque se debió tanto a la necesidad de atraer nuevos capitales para la ampliación y modernización de la infraestructura existente, como a la existencia generalizada de una nueva concepción del Estado que abogaba por la reducción de su tamaño y por una mayor importancia del papel del mercado en la asignación de los recursos.

Al agregar la información municipal por departamento, se observa que solo en los departamentos de Guajira, Sucre, Norte de

Santander, Risaralda y Cauca más del 75% de los municipios que hacen un diagnóstico sobre este tema han elaborado su plan maestro de alcantarillado.

En cuatro departamentos –Cesar, Caldas, Quindío y Casanare– entre el 50% y el 75% de los municipios que informan sobre este tema en su plan de desarrollo tienen su plan maestro. Así mismo, en 11 departamentos entre el 25% y el 50% de los municipios que informan reseñan que ya han elaborado un plan maestro, mientras que en 11 departamentos menos de la cuarta parte de los municipios tiene dicho plan.

Grafica 1. Municipios que muestran plan maestro de alcantarillado



Fuente: <http://www.procuraduria.gov.co/portal/media>

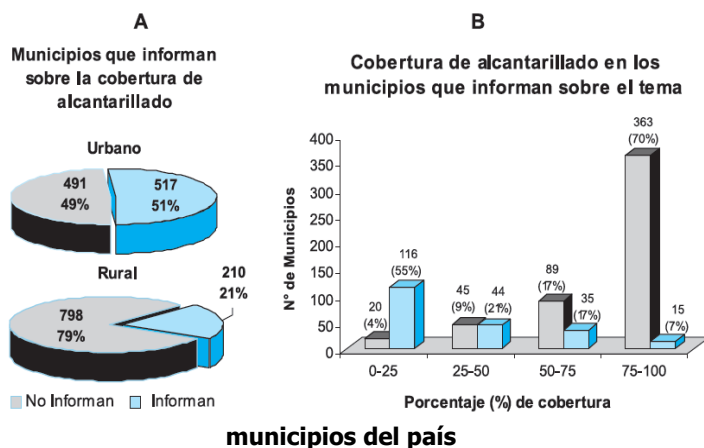
Es necesario resaltar que en 21 departamentos más del 75% de los municipios no incluye en su plan de desarrollo, información sobre el plan maestro de alcantarillado.

El elevado porcentaje de municipios que no incluyen este tema dentro de sus planes de desarrollo no permite establecer un diagnóstico sobre el total de municipios que aún no han elaborado o implementado su Plan Maestro. La meta para 2015 es alcanzar una cobertura en el servicio de alcantarillado del 70.9% lo que significa que en los próximos años es necesario atender en el área rural a 1.9 millones de habitantes adicionales. Esta expansión en la cobertura debe hacerse a través de un aumento de la cobertura de la red pública y también a través de soluciones individuales especialmente en las zonas dispersas.

Cobertura del Servicio de Alcantarillado.

La expansión del servicio de evacuación de aguas residuales debe ir a la par con los avances en el acceso al servicio de acueducto. Sin embargo, el rezago entre la cobertura de acueducto y la de alcantarillado aumentó 1.5% entre 1993 y 2003.

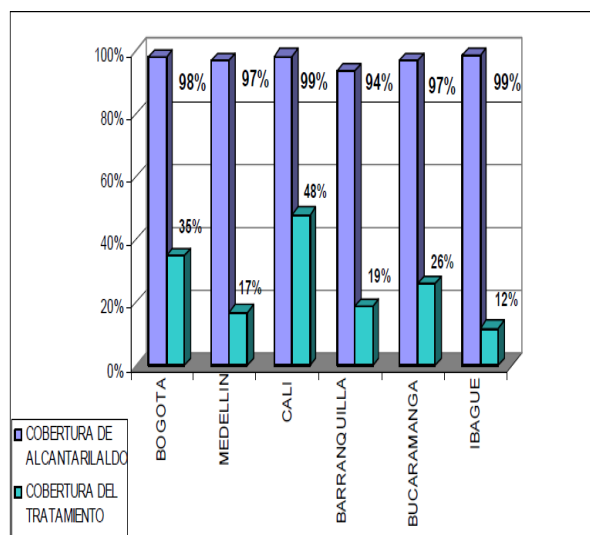
Grafica 2. Cobertura de alcantarillado en los



Fuente: <http://www.procuraduria.gov.co/portal/media>

Al hacer el análisis de 1.008 planes de desarrollo se encontró que no todos los municipios incluyen información sobre la cobertura de alcantarillado. Además en algunos planes es posible encontrar el dato de cobertura urbana, pero no el de cobertura rural o viceversa. Como se observa en el (gráfico 2 A), mientras que para el área urbana 517 municipios (51%) reportan la cobertura de este servicio, para el área rural solo se encuentra el dato en 210 planes (20%). De los municipios que hacen un diagnóstico sobre el tema, 363 informan que su población urbana tiene coberturas de alcantarillado superiores al 75%, mientras que en el área rural solo en 15 municipios más de tres cuartas partes de la población tiene acceso al servicio de alcantarillado (gráfico 2 B).

Grafica 3. cobertura de alcantarillado en las principales ciudades



Fuente

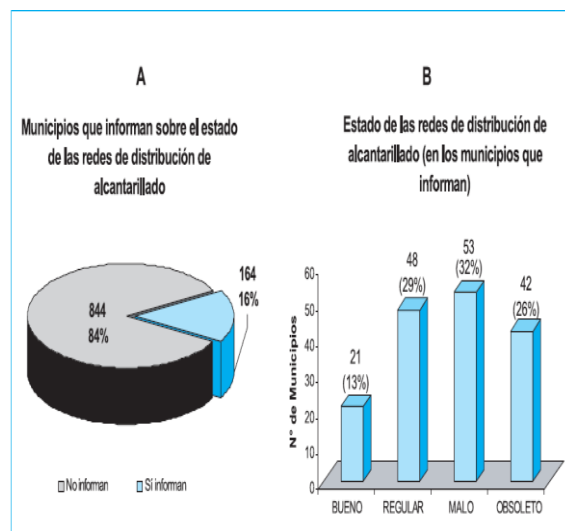
<http://www.cepal.org/dnri/noticias/noticias/8/41958/wc01.pdf>

Los municipios con cobertura menor a la exigida, pueden estar realizando desagües inadecuados de sus aguas residuales domésticas a fuentes receptoras hídricas, o directamente al suelo. Esto contamina las fuentes hídricas y puede causar erosión, deslizamientos e inestabilidad de los taludes. Por tanto el impacto sobre la salud, especialmente de los niños, niñas y adolescentes, quienes son mucho más vulnerables a estas situaciones, puede ser muy negativo.

Estado de las Redes de Alcantarillado

El buen funcionamiento del sistema de alcantarillado depende en gran parte del estado de las redes. Un sistema con redes en mal estado, puede taponarse o presentar fugas en algunos puntos de la red. Esto afecta en forma grave las condiciones de salud de la población vecina, y sobre todo de los niños y niñas que pueden contraer enfermedades infecciosas, hongos u otro tipo de enfermedades asociadas con el contacto permanente con este tipo de aguas residuales. Además, es necesario que los municipios tengan un diagnóstico actualizado sobre el estado de las redes de alcantarillado con el fin de que puedan establecer prioridades a la hora de hacer la programación estratégica y la asignación de recursos.

Grafico 4. Estado de redes de alcantarillado



Fuente: <http://www.procuraduria.gov.co/portal/media>

Al hacer el análisis de 1.008 planes de desarrollo se encontró que solo 164 de los municipios tienen un diagnóstico sobre el estado de las redes de alcantarillado (gráfico 4). Por lo tanto no es posible evaluar el estado de las redes de alcantarillado en el país, a partir de la información encontrada en los planes. Solo 21 de los 164 planes que incluyen el tema en sus planes reportan las redes de conducción de alcantarillado en buen estado, mientras que 48 municipios tienen las redes en regular estado, 53 en mal estado y en 42 municipios las redes de alcantarillado están construidas con materiales obsoletos (gráfico 4).

Fuentes de alteración hidrográfica en Colombia

- Aguas residuales domesticas
- Aguas residuales industriales
- Aguas residuales de producción agrícola y ganadera
- Aguas lluvias

- Aguas de los lavados de procesos de extracción minera
- Obras de infraestructura
- Transporte terrestre, fluvial y marítimo de sustancias peligrosas, petróleo y sus derivados
- Residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios o directamente en cuerpos de agua

Las Corrientes más intervenidas son:

- Rio Bogotá: Colector de aguas residuales de Bogotá y poblaciones aledañas.
- Rio Cauca: Colector de aguas residuales de Cali, Palmira y Buga.
- Ríos Chulo y Chicamocha: Reciben las aguas residuales de Tunja y del corredor industrial Paipa-Sogamoso.
- Rio Pamplonita: Sirve como colector de aguas residuales de pamplona y Cúcuta.
- Rio Pasto: Recoge las aguas residuales de Pasto.

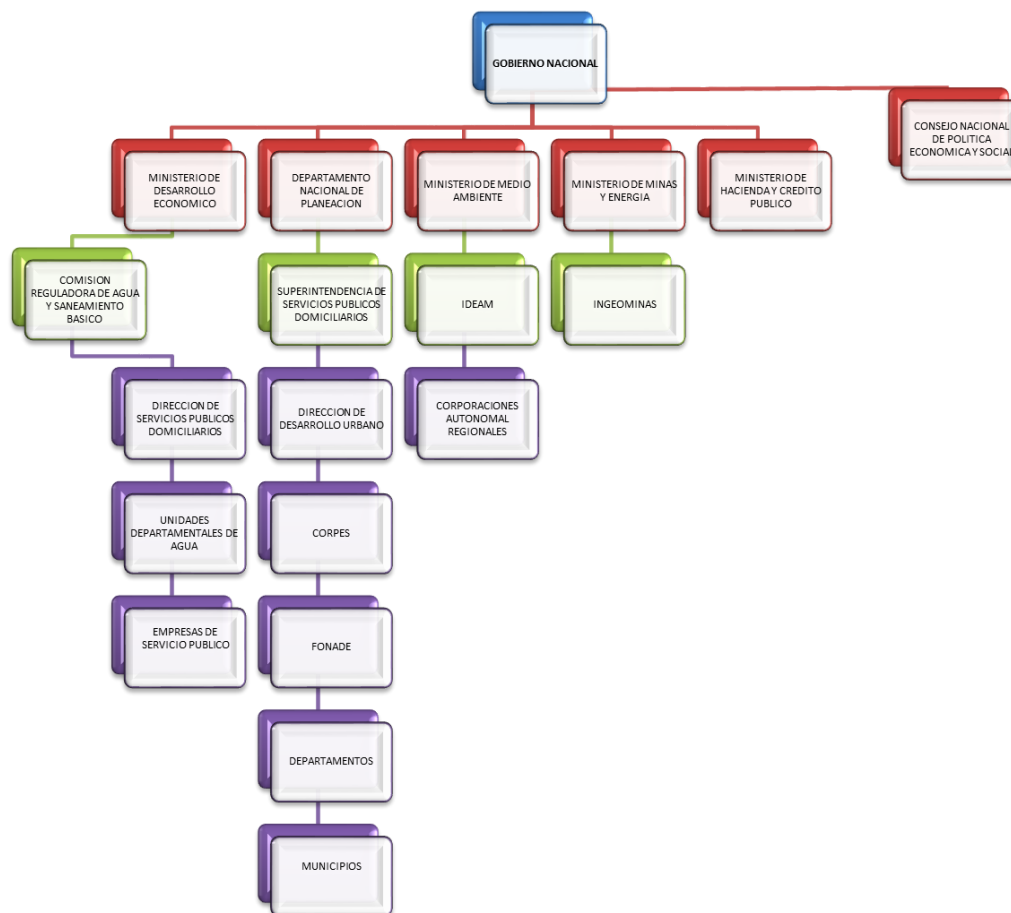
1.1. Diagrama del flujo de inversión de los sistemas de alcantarillado Colombia

A continuación en el siguiente diagrama se presenta la estructura institucional de las inversiones que realiza el Gobierno en materia de sistemas de alcantarillado. En él se contempla la estructuración desde el gobierno nacional finalizando con los municipios.

La estructura se describe así: **Estructura institucional y responsabilidades de los**

agentes del sector. Si bien los servicios públicos domiciliarios pueden ser prestados por empresas públicas, industriales y comerciales, privadas o mixtas, es responsabilidad indelegable, inherente e imprescriptible del Estado, la función social, que por naturaleza y carácter esencial, tiene relación directa con el ejercicio de los derechos consagrados en la Constitución Política Nacional.

Grafica 5. Diagrama de flujo de inversión de los sistemas de alcantarillado en Colombia



Fuente: DANE- Avance Físico Obras Civiles (AFOC)

2. TIPOLOGÍA DE INTERVENCIÓN DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

Las obras hidráulicas constituyen un conjunto importante de estructuras para el manejo de agua, ya sea para su aprovechamiento o para su protección.

Dada la heterogeneidad y la diversidad de estas estructuras, fue necesario agrupar las obras hidráulicas en tipologías representativas, teniendo en cuenta la funcionalidad de cada una de ellas.

De acuerdo con los parámetros establecidos en la metodología para la identificación del universo y la evaluación de los proyectos, se consideraron cuatro tipologías de intervención de Proyectos; a continuación se describe un ejemplo con cada una de las intervenciones posibles antes mencionadas para el proyecto de un alcantarillado.

- **Proyectos de Construcción:** es el conjunto de todas las obras de infraestructura partiendo de la base de un proyecto nuevo a ejecutar.
- **Proyectos de Mejoramiento:** consiste básicamente en el cambio de especificaciones y dimensiones del proyecto ya existente, para lo cual se hace necesario la construcción de nuevas obras en la infraestructura ya presente.
Ejemplo: Mejoramiento redes de alcantarillado en el municipio de Marquetalia, para la optimización del sistema Alcantarillado en el casco urbano del municipio de Marquetalia, entre la carrera 2 del Parque Principal del Municipio hasta el Parque Risaralda cercano a la salida hacia el municipio de Manzanares Caldas, donde el sistema de alcantarillado presenta deficiencias derivadas del estado de las tuberías, además de deficiencias hidráulicas en el sistema.
- **Proyectos de Rehabilitación:** comprende todas las obras que tienen por objeto reconstruir o recuperar las condiciones iniciales de la obra ya existente, cumpliendo con todos las especificaciones técnicas para lo que fue diseñado.

Ejemplo: El Municipio de Paratebueno viene adelantando programas para el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, con proyectos a fines tales como la implementación del Plan Maestro de Alcantarillado. Dentro de las necesidades diagnosticadas de la red de alcantarillado, se encontró que algunos sectores de la población necesitan ampliación de redes, modificaciones de tubería en especificaciones y calidad (algunas redes se encuentran en tubería de gres en malas condiciones).

- **Proyectos de Mantenimiento Periódico:** comprende la realización de actividades de conservación a intervalos variables (x – x años), destinados en forma primordial a recuperar los deterioros de la estructura ocasionados por uso de la obra y/o por fenómenos climáticos, naturales, también podrá

contemplar la reconstrucción o rehabilitación de algunas estructuras pequeñas.

Ejemplo: Eliminación de obstáculos o elementos extraños de las tuberías, mediante el empleo de varillas de desatoros y a través de las bocas de inspección de los buzones. Se utilizará también agua a presión.

- **Proyectos de Mantenimiento Rutinario: se refiere a la conservación continua (en intervalos menores de un año), con el fin de mantener las condiciones óptimas de uso de la obra.**

Ejemplo: Como parte del programa de mantenimiento de los colectores se deberá realizar la limpieza de los tramos a través de los dispositivos de inspección

Tabla 1. Tipo de Intervención de Obras de Alcantarillado

Tipología	Construcción	Mejoramiento	Rehabilitación	Mantenimiento
Sistemas De Alcantarillado	<p>Debido al problema de infraestructura de recolección, saneamiento y disposición final de aguas residuales del municipio del municipio de Barrancabermeja tiene contemplado como alternativa de solución la construcción de una red local de alcantarillado sanitario convencional para la recolección, saneamiento y disposición de aguas servidas de la población de Barrancabermeja con las siguientes especificaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> – Conexiones domiciliarias – Red de alcantarillado – Cámaras de Inspección – Colectores interceptores 	<ul style="list-style-type: none"> -Ampliación de redes de recolección -Construcción de nuevas redes de alcantarillado para mayor cobertura -Mejoramiento de continuidad del servicio 	<ul style="list-style-type: none"> – Inserción de revestimiento de tubería – Reparación puntual interna de tubería – Reposición de la red de alcantarillado – Reconstrucción de buzones 	<p>Mantenimiento Periódico: Mantenimiento para la limpieza de tuberías</p> <ul style="list-style-type: none"> -Remoción de obstrucciones en tuberías -Limpieza de dispositivos simplificados de inspección <p>Mantenimiento Rutinario:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Inspección rutinaria a colectores localizados en las márgenes de los ríos ○ Mantenimiento rutinario de tanques

Fuente: DANE- Avance Físico Obras Civiles (AFOC)

3. VARIABLES DE DISEÑO

Tabla 2. Variables de diseño de sistemas de Alcantarillado

TIPOLOGÍA	
VARIABLES	Construcción Alcantarillado
	<ul style="list-style-type: none"> - Topografía - Locación Geográfica - Características del suelo - Nivel freático

Fuente: DANE- Avance Físico Obras Civiles (AFOC)

Estas variables que se determinaron expresan distintas cualidades, características o modalidad de la infraestructura a ejecutar. Cada modalidad que se presenta se denomina atributo o categoría, y la medición consiste en una clasificación de dichos atributos.

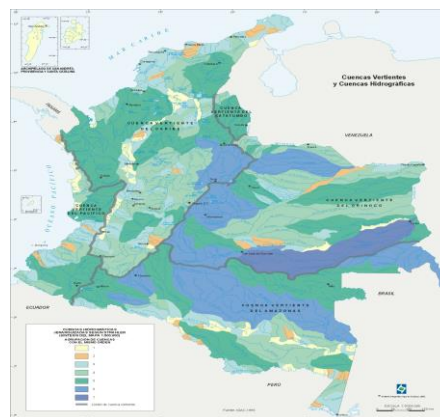
3.1. Topografía

A causa de la abrupta topografía del país, se debe realizar un estudio para la localización y capacidad de la obra civil a construir, según las necesidades de los distintos sectores y el incremento de la demanda.

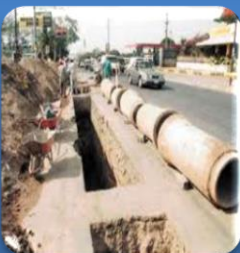
3.2. Localización Geográfica

Colombia está organizada políticamente en 32 departamentos descentralizados y se tendrán en cuenta cada uno de estos para el estudio. Debido a que los precios de los insumos por su topografía presentan diferencias, es una variable que interviene en los valores de los capítulos constructivos según la localización geográfica.

Imagen 6. Mapa Hidrológico de Colombia

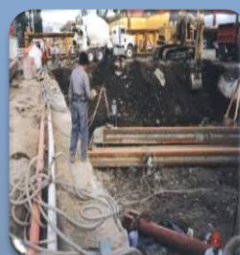


Fuente: IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi



Características del suelo

Todas las obras de ingeniería civil se apoyan sobre el suelo de una u otra forma, y muchas de ellas, además, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes, diques y rellenos en general; por lo que, en consecuencia, su estabilidad y comportamiento funcional y estético estarán determinados, entre otros factores, por el desempeño del material de asiento situado dentro de las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan, o por el del suelo utilizado para conformar los rellenos.



Nivel freático

La existencia de un nivel freático alto constituye un factor de gran importancia en el proyecto y ejecución de las obras hidráulicas, si bien sus efectos están asociados a la naturaleza del terreno y en particular a su permeabilidad. Muchas veces en la ingeniería civil, es necesario hacer excavaciones por debajo del nivel freático, lo que puede generar varios problemas si se tiene un suelo permeable, es por ello que debe realizarse un adecuado estudio de los volúmenes de agua ya que se puede producir el colapso del suelo de la obra civil a realizar

4. TIPOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO SEGÚN LAS VARIABLES DE DISEÑO

A continuación se describen según la clase, los tipos de obra que se pueden ejecutar para la CATEGORIA III

- **Alcantarillado (084):** Sistema de estructuras y tuberías usadas para el transporte de aguas residuales o servidas (alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia, (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten a cauce o se tratan. Todavía existen en funcionamiento redes de alcantarillado mixto, es decir, que juntan las aguas negras y las aguas de lluvia (sistemas unitarios). Este tipo de alcantarillado es necesario en zonas secas y con épocas de escasa pluviosidad, puesto que los sistemas de pluviales no usados, pueden convertirse en un foco de infecciones. Ciertamente existe la posibilidad de poner en las cabeceras de los ramales arcas de descarga que, cada cierto tiempo, descargan una cierta cantidad de agua para limpiar los conductos, pero es un gasto que muchas zonas no se pueden permitir precisamente por falta de agua y por ser necesario hacerlo en las estaciones secas.

Los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales se clasifican según su tipo en:

4.1. Sistemas convencionales

Son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final.

• Aguas residuales y las pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema. El sistema combinado puede ser utilizado cuando es indispensable transportar las aguas lluvias por conductos enterrados y no se pueden emplear sistemas de drenaje superficiales, debido al tamaño de las áreas a drenar, la configuración topográfica del terreno o las consecuencias económicas de las inundaciones. Es un sistema útil en áreas urbanas densamente pobladas, donde los volúmenes anuales drenados de aguas residuales son mayores que los de aguas lluvias y por lo tanto su incidencia en los costos de tratamiento de efluentes es moderada.

Alcantarillado combinado



• Alcantarillado separado: la recolección y transporte se hace independientemente:

- Alcantarillado sanitario
- Alcantarillado pluvial.

Alcantarillado Separado



4.2. Sistemas no convencionales

Sistemas alternativos de menor costo que los convencionales basado en consideraciones de diseño adicionales y utilizando una mejor tecnología para operación y mantenimiento, se dividen en:

Alcantarillado simplificado

- se asimila a alcantarillado convencional pero en su diseño y construcción se tiene en cuenta condiciones que permiten reducir diámetros como disponibilidad de mejores equipos de mantenimiento que permitan disminuir cantidad de pozos de inspección.

Alcantarillado condominiales

- recogen las aguas residuales de un conjunto de viviendas ubicado en una área menor a 1 Ha mediante colectores simplificados y las envía a la red pública municipal o a plantas de tratamiento

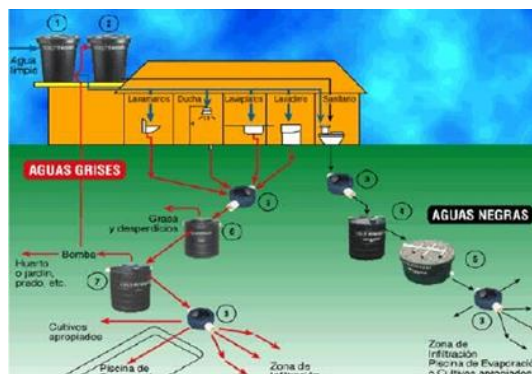
Alcantarillado sin arrastre de sólidos

- son sistemas en los que el agua residual de una o más viviendas es descargada a un tanque interceptor de sólidos donde éstos se retienen y degradan, produciendo un efluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad en un sistema de colectores de diámetros reducidos y poco profundos.

4.3. Sistemas in situs

Sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego. Sistemas de muy bajo costo. Apropriados en áreas suburbanas con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo. Sistemas transitorios a sistemas no convencionales o convencionales de recolección, transporte y disposición.

Imagen 7. Sistemas in situs



Fuente:

<http://es.scribd.com/doc/23068566/Alcantarillado-Definicion-y-Clasificacion>

4.4. Sistema de alcantarillado pluvial

Imagen 8. Sistema de alcantarillado pluvial

Aquel cuando las condiciones propias de drenaje de la localidad requieran una solución a la evacuación de la escorrentía pluvial. No es necesario cuando: La evacuación de la

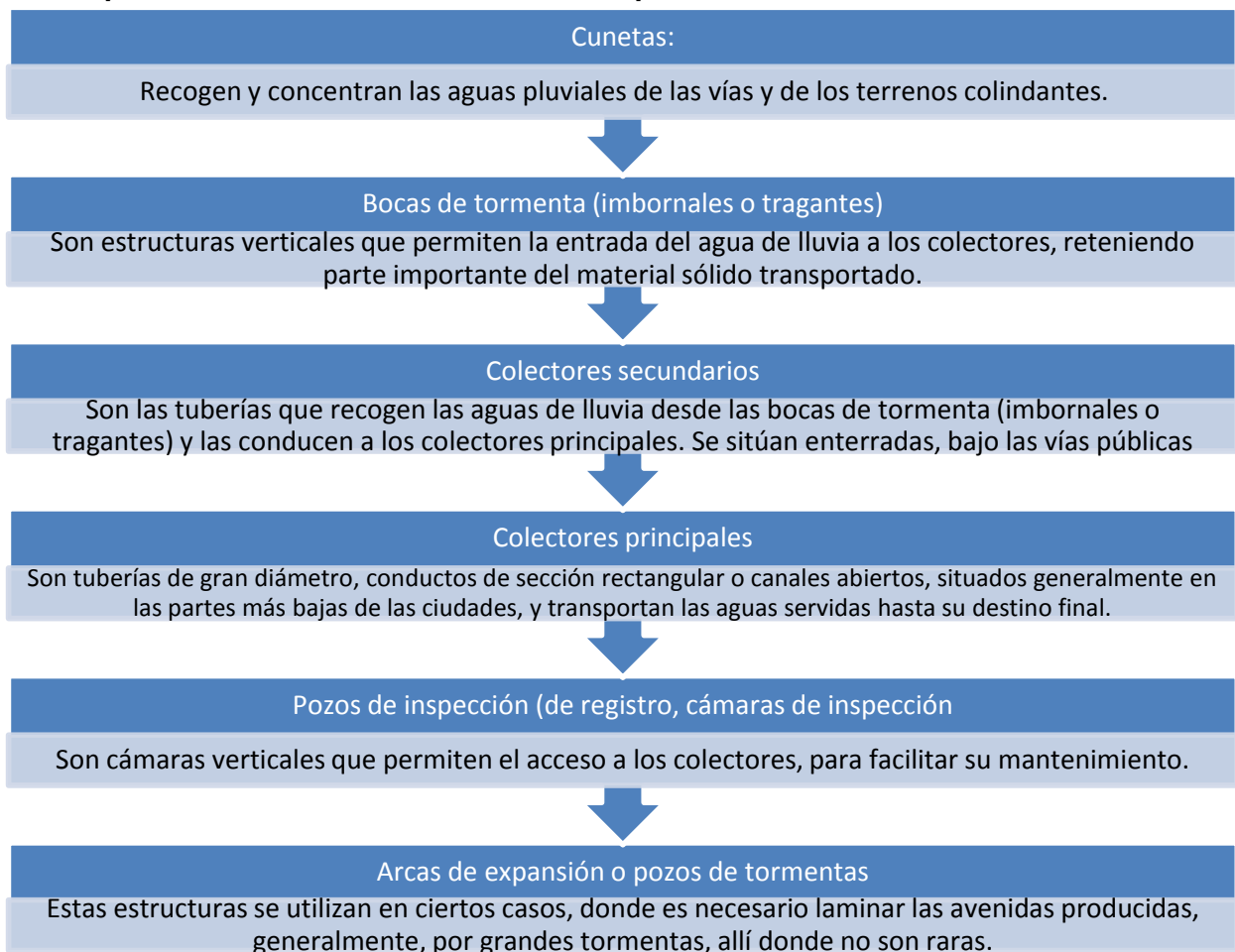
escorrentía pluvial podría lograrse satisfactoriamente a través de las cunetas de las calles. Abarcan la totalidad de la población o solamente los sectores con problemas de inundaciones.



Fuente:

<http://es.scribd.com/doc/23068566/Alcantarillado-Definicion-y-Clasificacion>

4.4.1. Componentes de una red de alcantarillado pluvial



4.4.2. Componentes de una red de alcantarillado sanitario



- **Vertido final de las aguas de lluvia:** Son estructuras destinadas a evitar la erosión en los puntos en que las aguas de lluvia recogidas se vierten en cauces naturales de ríos, arroyos o mares.

5. CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

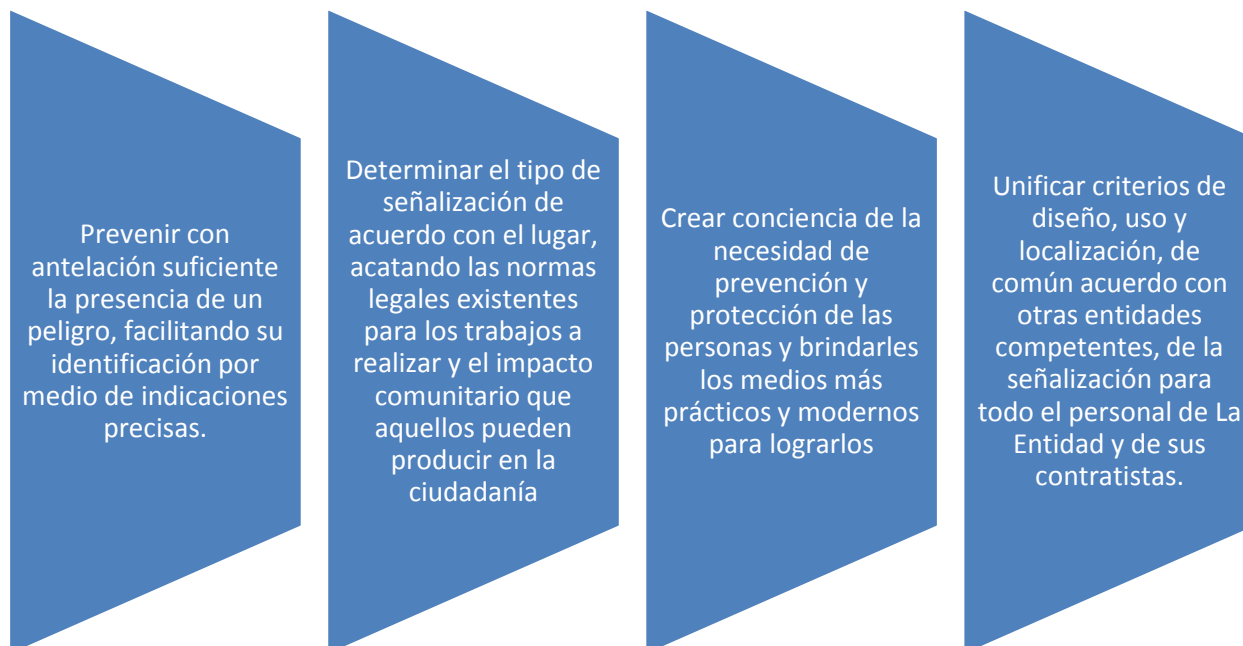
5.1. Preliminares

- Valla informativa general del proyecto

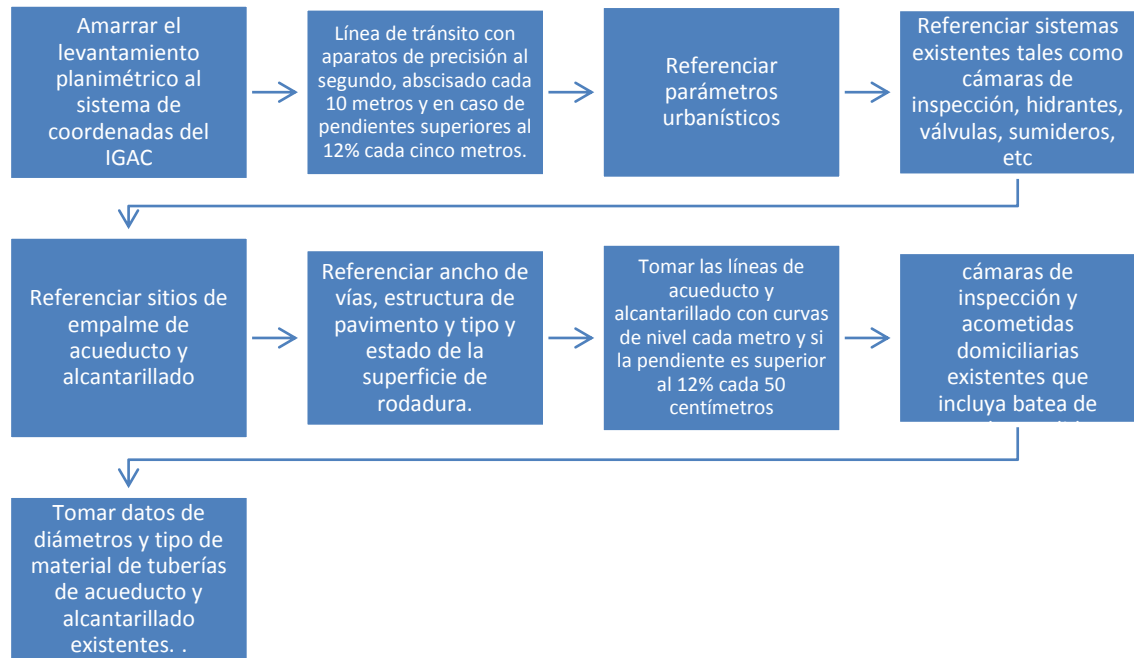
Se debe colocar el soporte necesario y suficiente para colocar la valla que va a identificar de la obra. Esta valla incluirá la información general del proyecto, el objeto del proyecto, el decreto de aprobación, de donde proceden los recursos, el ingeniero que ejecutara y el valor ejecutado, de acuerdo con el contrato del proyecto suministrado. Además esta tendrá que estar durante toda la ejecución de la obra y en un lugar en el cual se identifique claramente que se está ejecutando la obra.

- Señalización preventiva y reglamentaria

El presente método tiene por objeto definir y diseñar los diversos tipos de avisos y señales de seguridad, en coordinación con las diversas entidades normativas, necesarios para la ejecución de los trabajos de construcción, montaje, operación y mantenimiento que desarrolla La Entidad, ya sea dentro de sus instalaciones o en las vías públicas teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes objetivos específicos:



Utilizando para ello todos los instrumentos de precisión que fuesen necesarios, empleando los servicios de un topógrafo matriculado, quien deberá seguir con los siguientes lineamientos:



5.2. Campamento

Conjunto de edificaciones levantadas con carácter provisional para el almacenamiento de materiales, equipos y accesorios de construcción. Se realizara cerramiento en madera esterilla, o similar, cubierta en teja, Recebo para sub. base compactada contra piso según especificaciones

Excavaciones:

La parte de la obra que se especifica en este Capítulo comprende el suministro de toda la mano de obra, planta, materiales, equipo y la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones requeridas para la obra, de acuerdo con las líneas, pendientes y profundidades indicadas en los planos o requeridas durante el proceso constructivo; y establece las normas para medida y pago de la parte de la misma relacionada con estas excavaciones, entre las cuales se incluyen

- Excavación en material común.
- Excavación en conglomerado.
- Excavación en Roca

Imagen 10. Excavaciones



Fuente: Procedimientos de instalación para aplicaciones

Límite de excavación

La excavación comprende la remoción de cualquier material por debajo del nivel de terreno natural hasta las líneas y cotas especificadas en los planos. Incluye igualmente el corte de las raíces que se encuentren

dentro de la sección de excavación o en vecindades de la misma, o en cualquier otra área en donde se requiera ejecutar dicha labor.

Donde las superficies excavadas se vayan a cubrir con concreto, las excavaciones deberán ejecutarse como mínimo hasta los límites mostrados en los planos.

Las excavaciones en las vecindades de las estructuras existentes deberán asegurar la estabilidad y conservación de las mismas de acuerdo con estas Especificaciones.

Clasificación de las Excavaciones

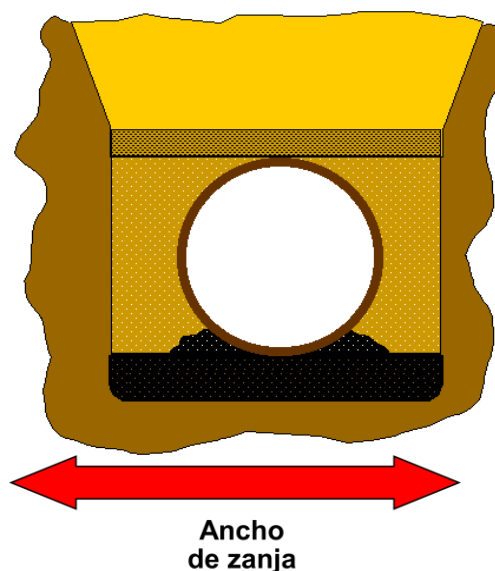
Las excavaciones se clasificarán atendiendo a las siguientes definiciones y denominaciones

Clasificación de acuerdo al Tipo de Excavación

Excavaciones de Zanjas y Apiques

Este trabajo comprende la remoción del material necesaria para la construcción de las redes de servicios. También incluye la excavación requerida para las conexiones domiciliarias, cámaras de inspección, cajas, apiques, nichos y cualquier excavación que sea necesaria para la correcta ejecución de las obras. No podrá iniciarse la ejecución de zanjas en las vías públicas mientras no se hayan obtenido los permisos de rotura de pavimento y cierre de vía correspondientes.

Imagen 11. Excavaciones de Zanjas y Apiques



Fuente: Pocedimientos de instalación para aplicacionenterradas

Tabla 2. Ancho maximo de zanjas para excavacion

DIAMETRO DE LAS TUBERIAS (mm)	DIAMETRO DE LAS TUBERIAS (pulgadas)	ANCHO DE LAS EXCAVACIONES (m)
12.7	½	0.50
76	3	0.60
150	6	0.70
200	8	0.80
250	10	0.85
300	12	0.90
350	16	1.00

Fuente: Especificaciones técnicas o procedimientos constructivos de obra civil del alcantarillado y planta de tratamiento de agua residual- municipio de Yacuanquer

El ancho de la excavación se utilizará hasta profundidades máximas de excavaciones de 2.0 m., por cada metro adicional en la profundidad de la zanja, se incrementará en un 20% a partir de la parte superior de la misma (razante) hasta concluir con el ancho en la base.

Imagen 12. Ancho de excavaciones



Fuente: Procedimientos de instalación para aplicaciones enterradas

Apuntalamientos y Entibados

Bajo la denominación de "entibado y apuntalado" se agrupan todos los trabajos necesarios para garantizar la estabilidad y protección de excavaciones profundas, zanjas y galerías; así mismo para evitar daños a las estructuras debido a asentamientos, presiones de agua y tierras, deslizamientos ú otros.

El apuntalamiento estará constituido de tabla estacas, largueros, puntales y cuñas de madera, metálicas o de otro material resistente y apropiado, sin deformaciones, defectos, o puntos frágiles y será diseñado para soportar la carga total que sea aplicada.

Alcantarillado

Suministro y transporte e instalación de tubería PVC corrugada para alcantarillado

Se deben seguir las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a transporte, almacenamiento e instalación de las tuberías. Los extremos de los tubos deben tener un corte normal a su eje con una desviación máxima equivalente al 0,6 % del diámetro nominal. La tubería deberá cumplir todos los requisitos dimensionales, de rotulado y ensayos establecidos en la normas técnicas especificadas

Imagen 13. Suministro y transporte de tubería



Fuente: Procedimientos de instalación para aplicaciones enterradas

Almacenamiento

Se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Precaución para evitar cualquier daño a la tubería durante su transporte y su entrega hasta el lugar de la obra.
- Extremo cuidado al cargar y descargar las tuberías y sus accesorios.
- Reemplazar la tubería si durante el proceso de transporte y/o manipuleo ha sufrido daño.
- El almacenamiento de la tubería se hará sobre un piso nivelado con un bloqueo apropiado para evitar que la tubería ruede, colocando cuñas o estacas para bloquearlas horizontalmente.
- Almacenar los accesorios de la tubería en un lugar fresco y protegidos de la luz solar, calor, aceite o grasa.

Manejo de Tuberías

Cada sección de tubería y cada accesorio

Imagen 14. Almacenamiento

deberán ser cuidadosamente inspeccionados. Las tuberías deberán limpiarse cuidadosamente y montarse libres de aceite, lodo o cualquier material que impida el correcto empalme de los elementos. Al finalizar la instalación total de las tuberías, se deberá entregar limpia y adecuadamente resanada la superficie interior de las mismas.



Fuente: Procedimientos de instalación para aplicaciones enterradas

Uniones de las Tuberías

Antes de bajar los tubos a las zanjas, el espigo y la campana deberán limpiarse, dejándolos libres de toda suciedad. Preferiblemente, el sentido de instalación se hará de aguas abajo hacia aguas arriba; la tubería se alineará debidamente en la zanja para evitar toda posibilidad de contacto con las paredes de la misma.

Tan pronto como el tubo esté en su lugar, se colocará y compactará el material de relleno hasta el medio diámetro de los tubos y por lo menos en una distancia igual a la mitad de la longitud del tubo. Debajo de la campana de cada tubo se abrirá un nicho en el terreno, en forma tal que el operario introduzca la mano por debajo para completar satisfactoriamente la unión.

Cámaras de Inspección

Las cámaras se localizarán en todo cambio de dirección, diámetro o pendiente, en el origen de un tramo o en el sitio donde entregan varias alcantarillas. El cilindro de acceso de dichas cámaras tendrá un diámetro mínimo interior de 1.20 m. Se colocaran peldaños cada 40 cm en hierro de diámetro mínimo de 3/4" y se cubrirán con anticorrosivo. La tapa se construye con aros, estos se fundirán con concreto de 3000 PSI y con acero de refuerzo.

Se tiene en cuenta que la losa superior, la base de cámara y la cañuela debe ir en concreto de 3000 PSI, el cilindro en ladrillo en tizón, repellado con impermeabilizante y esmaltado.

Las cámaras de inspección se clasificarán según la altura en los siguientes rangos: •

- Cámara de inspección $H \leq 1.5$ m.
- Cámara de inspección $1.5 < H \leq 2.0$ m.
- Cámara de inspección $1.5 < H \leq 2.0$ m.
- Cámara de inspección $2.0 < H \leq 3.0$ m.
- Cámara de inspección $3.0 < H \leq 4.0$ m..
- Cámara de inspección $4.0 < H \leq 5.0$ m.

Cámaras de Caída

Se construirá cuando la clave del tubo de llegada esté a una altura mayor o igual a 0.75 m de la clave del tubo de salida. El diámetro de la cámara de caída será de 8" cuando la tubería de entrada este entre 8 y 12", será de 12", cuando la tubería de entrada este entre 14 y 18"; y

será de 16", si la tubería de entrada está entre 20 y 36". Como medida de protección el dispositivo de caída debe estar recubierto con concreto de 3000 PSI, con una sección igual al diámetro externo del tubo mas 10 cm (5 cm a cada lado). Se incluye también la formaleta necesaria.

Las cámaras de caída se clasificarán según la altura y el diámetro de caída, en los siguientes rangos:

- Instalación de Aditamento de Caída Tubería Estructurada PVC 8", para diferentes alturas.
- Instalación de Aditamento de Caída Tubería Estructurada PVC 12", para diferentes alturas.
- Instalación de Aditamento de Caída Tubería Estructurada PVC 16", para diferentes alturas.

Cajas de Inspección

Se refiere a la construcción de una cajilla en ladrillo de 0.70 m x 0.70 m y 1.0 m de altura, con su tapa de concreto reforzada, en un espesor de 0.10 m. La cajilla debe estar repellada en su interior con mortero 1:2 y esmaltada para evitar las fugas de agua por sus paredes.

Empalme Usuarios a Cajas de Inspección 4"

La tubería que conduce las aguas servidas de las instituciones educativas e instituciones que albergan gran cantidad de habitantes será de un diámetro igual a 6" PVC y la tubería que conduce las aguas servidas de las viviendas será de 4" PVC; estas tuberías serán colocadas a 45° medidos del tubo colector aguas abajo y dirigida hacia la cajilla. Estas consideraciones se hacen teniendo en cuenta que se trata de poblaciones pequeñas, donde sus habitantes tienen características rurales.

Rellenos

Comprende el suministro de toda la mano de obra, planta, materiales, equipo y la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo los rellenos que requieran las Obras; además se establecen las normas para la medida y pago de dichos trabajos, entre los cuales se incluyen:

- Relleno en material del sitio
- Relleno Seleccionado
- Relleno con material de préstamo
- Relleno con material de colchón y atraque
- Cargue, retiro y disposición de los materiales sobrantes de la excavación a la escombrera

Imagen 15. Rellenos

La parte de la Obra que se especifica en este Capítulo comprende el suministro de toda la mano de obra, planta, materiales, equipo y la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo los rellenos que requieran las Obras. Antes de iniciar los trabajos de relleno, el terreno que servirá de base deberá estar totalmente libre de vegetación, tierra orgánica, y materiales de desecho de la construcción y las superficies no deberán presentar zonas con aguas estancadas o inundadas. No se debe colocar ningún relleno sin que se haya tomado la

topografía detallada de los sitios excavados. Sólo se podrán colocar rellenos directamente contra una estructura de concreto, cuando se hayan removido todos los encofrados y entibados y las estructuras hayan adquirido la resistencia suficiente que le permita soportar las cargas impuestas por los materiales de relleno.



Fuente: Procedimientos de instalación para aplicaciones enterradas

Tipo de relleno

A continuación se describen los requisitos mínimos que deberá cumplir el tipo de relleno que se empleará en la construcción de las estructuras

Relleno Tipo I

Se denomina relleno Tipo 1 el constituido por relleno en material del sitio, que no contenga limo orgánico, materia vegetal, basuras, desperdicios o escombros; compactado con saltarín, incluye carreteo



Fuente: Procedimientos de instalación para aplicaciones enterradas

Relleno Tipo 2

Se denomina relleno Tipo 2 el constituido por relleno en material seleccionado de la excavación compactado. Este relleno se usará para rellenar las zanjas de las tuberías, el relleno a partir de un nivel situado por encima de la clave exterior del tubo hasta el lugar donde se encuentra el suelo de relleno. Este relleno estará constituido por material seleccionado de la excavación (de acuerdo al

Imagen 17. Relleno Tipo 2

estudio de suelos). El material se colocará y compactará en capas horizontales uniformes que no excedan 20 cm de espesor compactado. Cada capa se compactará con la humedad óptima convenientemente hasta obtener una densidad del 90% del Proctor Modificado determinado en el laboratorio para el material que esté usándose. No se colocará una capa mientras la anterior no haya sido compactada debidamente. Para suelos cohesivos no se permitirá la compactación cuando estos se encuentren muy húmedos.



Fuente: Procedimientos de instalación para aplicaciones enterradas

6. CAPÍTULOS CONSTRUCTIVOS

Los capítulos constructivos son aquellos en las que se divide el proceso de ejecución de cada una de las obras, teniendo en cuenta el método que se realice para cada uno de ellos.

Cada uno de los capítulos constructivos y sus actividades se determinara teniendo en cuenta la revisión bibliográfica, el estudio de las memorias de los proyectos de obra, los presupuestos de obra y las opiniones de expertos en la materia.

El despiece de la obra en capítulos de construcción facilita la explicación, comprensión y dimensionamiento de las diferentes tipologías de obra.

Se presentan a continuación los capítulos y actividades de la construcción de un Alcantarillado.

Estos capítulos se determinaron teniendo en cuenta:

- Estudio y análisis de 3 diseños de ejecución de una Construcción de Alcantarillado Convencional.
 - Se determinaron los capítulos de mayor impacto en los 3 estudios
 - Se determinaron los capítulos de mayor costo económico
 - Se determinaron los capítulos de mayor tiempo de ejecución
 - Se determinaron los capítulos de mayor presencia de trabajadores





- Se hizo una búsqueda bibliográfica en Internet con palabras claves tales como:
 - Diseño de Alcantarillados
 - Proceso constructivo
 - Fases de construcción/Proceso constructivo

- Se hizo una búsqueda bibliográfica en libros y manuales especializados.

Luego de obtener toda esta información se logro clasificar los capítulos constructivos más significativos para la construcción de un Alcantarillado Convencional.

CAPÍTULOS CONSTRUCTIVOS DE UNA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO

CAPÍTULOS CONSTRUCTIVOS	IMAGENES
<p>ACTIVIDADES PRELIMINARES.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Localización y replanteo para redes de alcantarillado (incluye elaboración de planos record)Desmante y acondicionamiento 	 <p>www.excavaciones-mayte.com</p>
<p>EXCAVACIONES Y LLENOS ESTRUCTURALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Excavación mecánica en conglomerado ▪ Retiro de sobrantes de Excavación 	 <p>http://dc230.4shared.com/doc/f_bpgjPd/preview.html</p>

<p>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado 	 <p>www.construmatica.com</p>
<p>POZOS DE INSPECCION</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Placa Circular Cubierta - Pozo de inspección d=1.20m ▪ Cilindro pozo de inspección D= 1.20M ▪ Placa Circular Base - Pozo de inspección ▪ Cañuela pozo de inspección para tuberías 	 <p>www.actiweb.es</p>
<p>RELLENOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arena para Base de tubería (incluye extendida y compactada) ▪ Relleno con material seleccionado proveniente de la excavación (incluye compactación cada 0.20 m) 	 <p>www.sonipsol.blogspot.com</p>
<p>DOMICILIARIAS ALCANTARILLADO.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Excavación manual en conglomerado ▪ Suministro e instalación de tubería PVC unión mecánica para alcantarillado ▪ Suministro e instalación de Kit silla yee 8" x 6" de PVC para alcantarillado ▪ Caja de inspección 0.50 m x 0.50 m concreto ref. 3.000 psi elaborado en obra h= 0.70 m e= 0.07 m 	 <p>www.metroagua.com.co</p>

7. VARIABLE FÍSICA DE SEGUIMIENTO (UNIDAD DE MEDIDA).

La variable física de seguimiento es la unidad que nos determine como se medirá el avance físico de esta tipología de obra civil.

Teniendo en cuenta que muchas de las tipologías seleccionadas tienen gran diversidad y diferencias entre obras, hace que una estandarización de unidad de medida sea de mayor complejidad. Sin embargo, se puede realizar un análisis y determinar esta unidad de medida por medio del método constructivo, la revisión bibliografía y el análisis del grupo investigativo.

Tabla 4. Unidad de medida de construcción

Categoría	Clase	Unidad de medida
III	Alcantarillado	ML

Fuente: DANE- Avance Físico Obras Civiles (AFOC)

Para la Categoría III, Clase Sistemas de Alcantarillado se determinó que la unidad de medida sería el metro lineal (ML), debido a que esta clase de obra es lineal, y su desarrollo en ejecución es horizontal.

8. PONDERACIONES

Las ponderaciones se determinaron por medio de un análisis de precios (APU's), determinados de una serie de presupuestos de obras. De estos presupuestos se determinaron costos por actividad y capítulo constructivo. Además, se obtuvieron los costes totales para la construcción de cada una de las tipologías de análisis teniendo en cuenta los costos por construcción, reparación, adecuación y mantenimiento.

El objetivo es determinar es un esquema bastante completo acerca de los precios unitarios y recolectar información sobre el avance físico de cada una de las etapas más relevantes, sumado a las características geográficas del terreno donde se está construyendo el alcantarillado, lo cual permite hacer la estimación del valor en pesos para cada actividad y capítulo constructivo.

Con un determinado número de proyectos (muestra), se caracterizan dependiendo la clasificación por tipología de intervención (Construcción, Mejoramiento, Rehabilitación y Mantenimiento) y según clasificación de obras (Dragados, Plantas de Tratamiento, Acueductos, Alcantarillados, Puertos Marítimos, etc.), se determina la variable física de seguimiento (unidad de medida), las variables complementarias (tipo de terreno, tipo de construcción, ubicación, etc.) y capítulos constructivos (Excavaciones, rellenos, instalación de tubería, obras de arte, obras varias, señalización, transporte).

En concordancia con lo anterior, se tuvieron en cuenta los siguientes conceptos básicos para la construcción de los precios unitarios llamado APU's:

- Se aplicaran los conceptos básicos sobre elaboración de presupuestos.
- Se aplicaran los análisis básicos sobre productividad de equipos.
- Se aplicaran los análisis de rendimientos de mano de obra, equipos, consumo de materiales.
- Se aplicaran los conceptos de programación de obra y elaboración de flujos de inversión.

Una vez son determinados los APU's se obtiene el presupuesto, el cual se encuentra discriminado por capítulos constructivos y actividades (ver Tabla 8), dentro de este mismo se halla separado el costo por actividad y capítulo constructivo. Estos costes serán la base para determinar las ponderaciones y calcular Avance Físico de Obras Civiles, que se resume en los siguientes párrafos.

Tabla 5. Ponderaciones Promedio – Alcantarillado

COD CN	COD IIOC	Capítulo Constructivo	% Ponderador (AF)
4003	084	Actividades preliminares	2,00
		Excavaciones	17,52
		Suministro e instalación de tubería	26,89
		Pozos de inspección	14.86
		Rellenos	14.77
		Domiciliarias alcantarillado	23.96

Fuente: DANE- Avance Físico Obras Civiles (AFOC)

Con el propósito de plasmar los resultados del porcentaje de avance de forma organizada, la Tabla 6 presenta a manera de ejemplo los resultados de la operación estadística para una tipología establecida (alcantarillado convencional) y por tipo de ejecución (construcción, reparación/rehabilitación, mantenimiento y adecuación). En esta tabla se presentan los metros a realizar por tipología de ejecución a nivel nacional, el total de metros construidos y adicionalmente, el presupuesto total del alcantarillado por tipología de ejecución y valor total ejecutado.

9. GLOSARIO

- **Agua residual:** es el residuo líquido transportado por una alcantarilla, el cual puede incluir descargas domésticas industriales, así como también aguas lluvias, infiltraciones y flujos de entrada. - agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido degradada por la incorporación de agentes contaminantes. Para los efectos de este Reglamento, se reconocen dos tipos: ordinario y especial.
- **Aforo:** medición de caudal.
- **Agente contaminante:** toda aquella sustancia cuya incorporación a un cuerpo de agua conlleve el deterioro de la calidad física, química o biológica de este.
- **Aguas residuales:** son las aguas de uso doméstico como las del baño, del lavado de trasto, de ropa, etc.
- **Agua residual de tipo especial:** agua residual de tipo diferente al ordinario.
- **Agua residual de tipo ordinario:** agua residual generada por las actividades domésticas del ser humano (uso de inodoros, duchas, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa, etc.)
- **Agua residual doméstico o sanitaria:** es aquella que se origina en los dispositivos sanitarios de instalaciones residenciales, comerciales, industriales e institucionales.
- **Aguas negras:** son las aguas provenientes del servicio sanitario.
- **Alcantarilla:** es una tubería o conducto, en general cerrado, que normalmente fluye a medio llenar, transportando aguas residuales
- **Alcantarilla combinada:** transporta tanto aguas residuales como aguas lluvias.
- **Alcantarilla pluvial:** transporta aguas lluvias y cualquier otro residuo puede ser descargado en las calles o sobre la superficie del suelo.
- **Alcantarilla sanitaria:** transporta aguas residuales sanitarias y es diseñada para excluir aguas lluvias, infiltración y flujo de entrada.
- **Alcantarilla doméstica:** es una tubería que transporta aguas residuales desde una estructura individual hasta una alcantarilla común u otro punto de disposición.
- **Alcantarilla lateral:** es una alcantarilla común sin flujos tributarios excepto de alcantarillas domésticas.
- **Alcantarillas secundarias:** recoge el flujo de una o más laterales, así como también de alcantarillas domésticas.
- **Alcantarilla principal o alcantarilla maestra:** recoge el flujo de varias secundarias, de laterales y alcantarillas domésticas.
- **Alcantarilla colectora final:** es una alcantarilla que transporta el residuo recogido a un punto de tratamiento o disposición.
- **Aportaciones incontroladas:** se incluye el agua recogida en la red de alcantarillado, a través de tuberías defectuosas, juntas de tuberías, conexiones y paredes de los pozos de registro.
- **Área tributaria:** es el área en un punto o sitio dado donde en una corriente en donde se origina el agua.
- **Caudal:** volumen de agua por unidad de tiempo.

- **Cuerpo receptor:** es todo aquel manantial, zonas de recarga, río, quebrada, arroyo permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, tubería, pantano, agua dulce, salobre o salada, a donde se vierten aguas residuales.
- **Contaminación:** es un término general que significa la introducción al agua de microorganismos, que hacen el agua impropia al consumo humano, generalmente se considera que implica la presencia o posible presencia de bacterias patógenas.
- **Consumo:** cantidad de agua signada a una persona por unidad de tiempo.
- **Consumo máximo horario:** es la cantidad máxima de agua asignada en una hora de tiempo para un habitante.
- **Caudal mínimo horario:** es la mínima cantidad de agua que será requerida en una determinada hora del día. Caudal medio diario: es la cantidad de agua que requiere una población en un día.
- **Consumo máximo diario:** es la cantidad máxima de agua asignado en un día para un habitante.
- **Coefficiente de rugosidad:** coeficiente de aspereza o escabrosidad.
- **Cuerpo receptor:** es el río, quebrada, lago o mar que implica la presencia o posible presencia de bacterias patógenas.
- **Densidad poblacional:** es el número de habitantes por unidad de superficie hab/ha.
- **Disposición final:** es el punto de descarga final del agua que ha sido tratada anteriormente.
- **Diseño de sitio:** es el plano de ingeniería en el cual se indica toda la infraestructura interrelacionada con una obra a desarrollar, se hace a una escala donde se muestren todas las obras a construir y existentes con los retiros a colindancias y cuerpos de agua.
- **Efluente del sistema de tratamiento:** en el manejo de aguas residuales, es el caudal que sale de la última unidad de tratamiento.
- **Ente generador:** persona física o jurídica, pública o privada, responsable del rehúso de aguas residuales, o de su vertido en un cuerpo receptor o alcantarillado sanitario.
- **Flujo de entrada:** es el agua que entra a las alcantarillas desde la superficie, durante eventos de precipitación, a través de fisuras en el sistema, o a través de conexiones de tejados o drenajes de sótanos.
- **Flujo permanente:** se produce cuando la descarga o caudal en cualquier sección transversal permanece constante.
- **Fosa séptica:** es un tanque en el cual se vierten las aguas negras y servidas cuando se carece de alcantarillado sanitario para evacuar dichas aguas.
- **Filtros rápidos de arena:** son los que tiene por finalidad de que los sólidos de que no se precipitaron queden atrapados en los filtros.
- **Infiltración:** es el agua que entra a las alcantarillas desde el suelo a través de las juntas.
- **Influente del sistema de tratamiento:** se refiere al caudal que ingresa a la primera unidad de tratamiento.
- **Método geométrico:** se considera cuando las ciudades crecen en proporción del presente método.

- **Muestra simple:** es aquella muestra tomada en forma única y aislada para determinar la calidad del agua en un momento dado.
- **Muestras compuestas:** dos o más muestras simples que se han tomado y se han mezclado en proporciones conocidas y apropiadas para obtener un resultado representativo de su calidad a intervalos de tiempo definidos.
- **Pérdida de carga:** es la pérdida de energía que experimentan los líquidos que fluyen en tuberías y canales abiertos.
- **Permiso de paso:** es la autorización del propietario de un predio ajeno al terreno donde se ejecuta una obra, para que un sistema de conducción y/o evacuación pueda atravesar ese terreno.
- **Pozo de registro:** permite la conexión entre alcantarillas y el acceso a las mismas para su limpieza.
- **Proyecto:** conjunto de planos, cálculos y demás documentos pertinentes para la planificación y definición de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- **Proyecto global:** conjunto de planos, cálculos y demás documentos pertinentes para la planificación y definición de la planta de tratamiento de aguas residuales de la obra a la cual da servicio la planta de tratamiento.
- **Población final:** es la población calculada para el final del periodo de diseño.
- **Población inicial:** es la población utilizada para el principio de del periodo de diseño.
- **Pozo de visita:** también llamados pozos de inspección, están situados en los puntos en donde la tubería cambia de dirección o diámetro, cambio de pendiente, origen de tramo (cabeceras)
- **Red:** es la distribución de acueductos y alcantarillas en base a un diseño.
- **Residuo industrial:** comprenden las descargas líquidas de procesos industriales tales como manufactura y procesamiento de alimento.
- **Retiro:** distancia entre el lindero de la propiedad, edificaciones, cuerpos de agua u otros elementos claramente identificados, y el borde más cercano de las unidades principales de la planta de tratamiento.
- **Reuso:** aprovechamiento de un efluente antes o en vez de su vertido.
- **Servidumbre de paso:** la que da derecho a entrar en una finca no lindante con camino público.
- **Servidumbre:** derecho en predio ajeno que limita el dominio en éste y que está constituido a favor de las necesidades de otra finca perteneciente a distinto propietario, o de quién no es dueño de la gravada.
- **Sistema de tratamiento:** conjunto de operaciones y procesos físicos, químicos y/o biológicos, cuya finalidad es depurar la calidad del agua residual a la que se aplican.
- **Sedimentación:** es el proceso en donde los floculo se trasladan a un tanque, donde por su propio peso se precipitan.
- **Vida útil:** es el periodo de tiempo que las estructuras realizan su función en un 100%