

**MANUAL PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO**

JORGE ARMANDO CORTÉS ROJAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

**MANUAL PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO**

JORGE ARMANDO CORTÉS ROJAS

**Trabajo de grado en la modalidad práctica empresarial para optar al título de
ingeniero civil**

Director

HERNÁN PORRAS DÍAZ

Ingeniero Civil, M. Sc, Ph. D

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por guiarme hasta conocer a todas las personas que de una mayor o menor forma ayudaron a formarme como persona y profesional.

A mi director de proyecto Ing. Ph.D Hernán Porras Díaz por brindarme la oportunidad de pertenecer al grupo de investigación GEOMATICA en donde todos sus integrantes me acogieron como una familia, ofreciéndome su amistad y ayuda en todo momento.

A mi mamá quién con su nindura, honestidad e inteligencia me guió para obtener este logro tan importante en mi vida.

DEDICATORIA

En mi tarjeta profesional debería haber un espacio para poner la fuente (Fuente: Elaborado por Ruth Rojas Afanador), porque no he conocido una persona más noble y desprendida de todo en esta tierra que ella, por ello, definitivamente a mi mami es la primera persona a quien le dedico esto.

A mi familia desde mi abuelo Remigio hasta mi primita Daniela, porque todos ellos me ofrecieron lo mejor de sí cuando más necesitaba de su ayuda.

A mi novia Fernanda porque con todo su amor me ayudó a ser una mejor persona, formándome como profesional y ser humano, sensible y consciente de que nuestra función en la tierra no es gobernar sino servir.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	15
1. OBJETIVOS.....	16
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
3. MARCO DE REFERENCIA.....	19
3.1. MARCO TEÓRICO.....	19
3.2. MARCO ESPACIAL.....	22
4. METODOLOGÍA.....	23
5. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	25
5.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES.....	25
5.1.1. Localización general.....	25
5.1.2. Socialización del proyecto.....	25
5.1.3. Planos record.....	26
5.2. INSTALACIÓN DE TUBERÍA.....	26
5.2.1. Localización.....	26
5.2.2. Acondicionamiento del área de trabajo.....	27
5.2.3. Excavaciones.....	28
5.2.4. Cimentaciones y rellenos.....	31
5.2.5. Red principal.....	33
5.2.6. Conexiones domiciliarias.....	34
5.2.7. Pruebas al sistema.....	34
5.3. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS.....	36
5.3.1. Pozos de inspección nuevos y remodelados.....	36
5.3.2. Aliviaderos.....	37
5.3.3. Sumideros.....	38
5.3.4. Cabezotes de entrega.....	39
5.3.5. Control de materiales.....	40

5.4.	PAVIMENTACIÓN.....	43
5.4.1.	Bordillos	43
5.4.2.	Subrasante	43
5.4.3.	Subbase granular	44
5.4.4.	Base granular	46
5.4.5.	Imprimación y sello de arena	48
5.4.6.	Pavimento flexible	49
5.4.7.	Control de calidad (Resumen)	50
6.	OBLIGACIONES ADICIONALES.....	52
6.1.	Reposición de áreas forestales.....	52
6.2.	Disposición de fuentes de material y botaderos.....	52
6.3.	Reparaciones a terceros.....	52
6.3.1.	Pago de aportes parafiscales	53
7.	FALLAS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO	53
7.1.	TRABAJO EN ÁREAS SATURADAS	53
7.2.	BAJAS DENSIDADES DE COMPACTACIÓN	54
7.3.	NO EMPLEAR ENTIBADOS.....	55
7.4.	SEÑALIZACIÓN Y ELEMENTO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP).....	56
7.5.	ACTAS DE CONCERTACIÓN.....	57
7.6.	BAJAS RESISTENCIAS EN LAS ESTRUCTURAS	58
7.7.	FALLAS EN PAVIMENTO	59
7.8.	CATASTRO DE REDES EXISTENTES	59
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
	BIBLIOGRAFIA.....	62
	ANEXO.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización municipio de Sabana de Torres	22
Figura 2. Detalle de zanja ancha	29
Figura 3. Longitud máxima de excavación.....	29
Figura 4. Implementación de entibados	30
Figura 5. Atraque en concreto	30
Figura 6. Material producto de la excavación	31
Figura 7. Cimentación y rellenos.....	32
Figura 8. Instalación de tubería.....	33
Figura 9. Pozo de inspección.....	36
Figura 10. Aliviadero	38
Figura 11. Localización de sumideros.....	39
Figura 12. Cabezote de entrega	40
Figura 13. Ensayo de cono de arena	44
Figura 14. Franjas granulométricas del material de subbase granular	44
Figura 15. Compactación de subbase	45
Figura 16. Franjas granulométricas del material de base granular	47
Figura 17. Imprimación	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos de control de material.....	46
Tabla 2. Ensayos de control de material.....	48

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Nivel freático superficial.....	54
Fotografía 2. Mal manejo de aguas	54
Fotografía 3. Proceso de compactación	55
Fotografía 4. Excavación sin entibados	56
Fotografía 5. Señalización de área de trabajo	57
Fotografía 6. Cerca repuesta	58
Fotografía 7. Tapa de pozo de inspección en mal estado	58
Fotografía 8. Falla en el pavimento.....	59
Fotografía 9. Tubería sesgada.....	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de control de obra.....	64
--	----

RESUMEN

TITULO: MANUAL PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.*

AUTOR:
JORGE ARMANDO CORTÉS ROJAS**

PALABRAS CLAVES: Alcantarillado, pluvial, sanitario, interventoría, control de calidad.

DESCRIPCIÓN:

La búsqueda del bienestar del ser humano obliga a los gobiernos locales, regionales y nacionales a satisfacer las necesidades de primera mano que los habitantes de las sociedades puedan tener, siendo el agua una de éstas por ser un líquido imprescindible para cualquier tipo de vida. Por esta razón y por la importancia de cuidar los ríos que son precisamente quienes nos proveen de tan indispensable líquido es necesaria la construcción de los sistemas de alcantarillado sanitario, los cuales tienen como fin la conducción de las aguas residuales a plantas de tratamiento para que éstas eviten el vertimiento de las aguas negras sobre las fuentes hídricas, además deben construirse sistemas de alcantarillado pluvial con el fin de evitar inundaciones producto de la escorrentía de las aguas lluvias sobre las poblaciones más vulnerables.

Basándome en la experiencia que tuve como residente de interventoría identifiqué cuales son las falencias en la ejecución de éste tipo de proyectos, realizando un método de control antes, durante y después de la obra. Por tal razón en el presente manual se enmarca la responsabilidad no sólo del ingeniero constructor sino de aquel encargado de la supervisión de ésta, entendiendo que se están cuidando los intereses de una comunidad.

En este documento se mencionan los principales procedimientos y lineamientos a tener en cuenta para ejercer un correcto control de calidad en la construcción de sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario, para que sirva como herramienta guía a los futuros ingenieros.

* Trabajo de grado. Modalidad de práctica empresarial

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ingeniero Civil, M. Sc, Ph. D Hernán Porras Díaz.

ABSTRACT

TITLE: MANUAL FOR THE CONTROL OF QUALITY IN BUILDING DRAINAGE SYSTEMS.*

AUTHOR:

JORGE ARMANDO CORTÉS ROJAS**

KEY WORDS: Sewer, storm, sanitary, auditing, quality control.

DESCRIPTION

The search for human well-being requires local, regional and national needs first hand that the inhabitants of the companies may have, water being one of them being a liquid essential to all life. For this reason and the importance of protecting the rivers that are the very persons who provide us with as indispensable liquid is necessary to construct sanitary sewer systems, which are aimed at the conduct of wastewater treatment plants so that they prevent the dumping of sewage on water sources, in addition to be constructed storm sewer systems to avoid flooding the product of storm water runoff on the most vulnerable populations.

Based on my experience as a resident of auditing which are the weaknesses identified in the implementation of this type of project, performing a method of control before, during and after work. For this reason in this manual is part of the responsibility not only of but his construction engineer responsible for the oversight, understanding that you are caring for the interests of a community.

This document mentioned the main procedures and guidelines to take into account in exercising proper quality control in the construction of storm sewer systems and sanitary, to serve as a guiding tool for future engineers.

* Project of grade. Modality business practice.

** Faculty of Physical – Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Civil Engineer, M. Sc, Ph. D Hernán Porrás Díaz.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el 7.4% de la población vive en hogares con servicios básicos inadecuados¹, y sólo el 74% de la población cuentan con servicio de saneamiento mejorados², cuando nuestra constitución dispone que la atención del saneamiento es un servicio público a cargo del estado y por lo cual corresponde a éste organizar, dirigir y reglamentar la prestación de servicios de saneamiento ambiental conforme a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad.

El municipio de Sabana de Torres a pesar de contar con un servicio de alcantarillado combinado no cumplía con el requisito de eficiencia por lo que se hizo necesaria la construcción de un sistema de alcantarillado pluvial y sanitario que pudiera satisfacer las necesidades de saneamiento de los habitantes.

Teniendo en cuenta la importancia de este proyecto civil se propone en este documento una serie de lineamientos y especificaciones técnicas a tener en cuenta para la realización de un estricto control de calidad a las obras a ejecutar, entendiendo este control como una responsabilidad del ingeniero civil quien debe contar con cualidades humanistas concibiendo su compromiso por el desarrollo de la sociedad y pretendiendo contribuir con este manual a la formación del ingeniero civil recién egresado quien al llegar a campo debe vincular lo aprendido a lo largo de su carrera con los procedimientos de obra.

¹ Censo DANE 2005.

² Estadísticas sanitarias mundiales. Organización Mundial de la Salud. 2011

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Participar en el desarrollo de la ejecución de la interventoría del plan maestro de acueducto y alcantarillado del municipio de Sabana de Torres y elaborar un manual para el control de la calidad en la construcción de sistemas de alcantarillado.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar seguimiento a las actividades ejecutadas por el contratista durante la ejecución de la obra.
- Verificar que las obras se construyan cumpliendo las normas técnicas de construcción suministradas por el municipio.
- Elaborar el manual de control de calidad de acuerdo a las experiencias observadas durante la práctica empresarial.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según la ley 142 de 1994 es competencia de los municipios de Colombia prestar de manera eficiente los servicios domiciliarios de acueducto y alcantarillado con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes y disminuir los impactos negativos sobre el medio ambiente.

Actualmente el municipio de Sabana de Torres no cumple lo dispuesto en dicha ley, pues el municipio no cuenta con un sistema óptimo de evacuación de aguas lluvias y el sistema de alcantarillado sanitario no tiene cobertura para la totalidad de la población. Con el fin de mejorar las anteriores condiciones, el municipio a través de la empresa de servicios públicos ESPUSATO E.S.P. se encuentra ejecutando el contrato cuyo objeto es la construcción y ampliación del plan maestro de alcantarillado del municipio de Sabana de Torres.

Para que el anterior contrato sea ejecutado de acuerdo a las disposiciones de la ley, se hizo necesaria la contratación de la interventoría la cual es la encargada de realizar la supervisión y control al cumplimiento del objeto del contrato de acuerdo como lo dispone la ley 83 de 1993.

La Universidad Industrial de Santander fue designada como la entidad que desarrollaría dicha función y una de sus principales tareas es la de vigilar que los procesos constructivos cumplan con los estándares de calidad y de igual manera que los materiales empleados en la ejecución de la obra se ajusten a las normas técnicas vigentes.

De no realizar el anterior procedimiento, se podrían presentar fugas de agua en las conexiones de la tubería instalada, ruptura de la tubería, hundimientos en los

rellenos, filtraciones en las uniones, taponamiento en las tuberías, falla de las estructuras de entrega a los caños, entre otras.

Las anteriores fallas pueden ser ocasionadas por el constructor, ya que este con el ánimo de ahorrar recursos y tiempo, puede adquirir elementos de baja calidad que no cumplan con las especificaciones técnicas, omitir procedimientos en el proceso de construcción y/o contratar personal no calificado.

Para evitar la incursión del contratista en estas prácticas y prevenir las consecuencias mencionadas anteriormente, la interventoría debe realizar un estricto control de calidad a la obra, por tal razón se realiza el siguiente aporte que principalmente busca evitar lo siguiente:

1. La pérdida de recursos económicos, por parte de la entidad contratante, en futuras reparaciones de sectores que hayan sido afectados como consecuencia de errores en el proceso constructivo.
2. La afectación a la comunidad por fallas en el servicio.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. MARCO TEÓRICO

- **Interventoría**

Función que cumple una persona natural o jurídica, empleado público o contratista, para verificar y controlar la ejecución y cumplimiento de los trabajos objeto de un contrato, ejerciendo dicha labor a nombre y en representación de la entidad contratante, todo lo cual realiza de conformidad con las normas legales, pliegos de condiciones, términos de referencia, planos, diseños y en general los demás documentos base de la contratación.

- **Alcantarillado pluvial**

Es el sistema de estructuras y tuberías interconectadas usado para la recogida y transporte de las agua lluvia desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se viertan al medio natural con el fin de evitar que la inundación de poblaciones.

- **Alcantarillado sanitario**

Conjunto de tuberías y accesorios que permiten el transporte de aguas residuales desde las instalaciones internas del usuario hasta la planta de tratamiento.

- **Pozo de inspección**

Cámaras verticales que permiten el acceso a las alcantarillas y colectores, para facilitar su mantenimiento.

- **Sumidero**

Estructuras destinadas a recolectar el agua pluvial y de baldeo del viario y conducirlas al sistema de tuberías de alcantarillado.

- **Aliviadero**

Es aquella obra que se construye para evacuar el agua excedente que no cabe en el espacio destinado para el almacenamiento o conducción, trasportando los excesos de agua a otro sector disipando la energía sobrante.

- **Cabezote de entrega**

Se refiere a todas las estructuras construidas con el fin de conducir el flujo hacia la tubería y de estabilizar el terraplén de la vía y/o terreno natural compuesto por aletas, solado y muro cabezal.

- **Muro cabezal**

Tiene como fin contener el material que sirve como estructura de la vía así como protección de la tubería.

- **Tubería**

Conducto que tiene como fin el transporte del flujo evitando infiltraciones que puedan afectar el terreno o los materiales que componen la estructura del pavimento.

- **Pavimento flexible**

Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado. La estructura de pavimento está compuesta por subbase, base y carpeta asfáltica brindando una superficie de rodamiento uniforme resistente a la acción del tránsito, a la de la intemperie y otros agentes perjudiciales.

- **Lote**

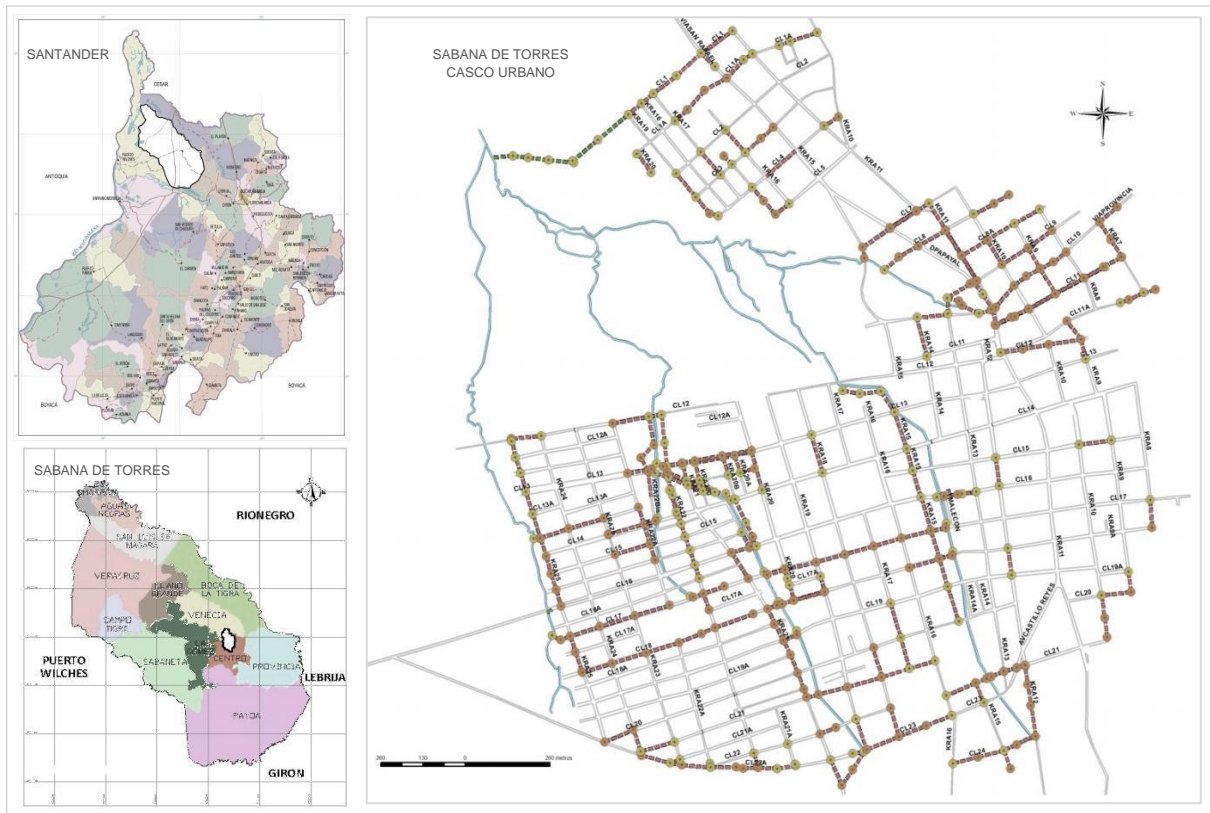
Se entiende por lote cualquiera de las siguientes afirmaciones:

- Quinientos metros lineales (500 m) de capa compactada en el ancho total de la vía.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de capa compactada.
- El volumen construido en una jornada de trabajo.

3.2. MARCO ESPACIAL

Sabana de Torres es un municipio de Colombia perteneciente al departamento de Santander y tiene un área de 1,428,364 km², se encuentra a 110 msnm y goza de una temperatura promedio de 29°C. Está ubicada a 110 Km al Noroccidente de la capital santandereana. Tiene 24.670 habitantes en todo su territorio y dentro del casco urbano se concentran el 56.75 % de la población total.

Figura 1. Localización municipio de Sabana de Torres



Fuente: Elaboración propia

4. METODOLOGÍA

La práctica empresarial se desarrolló en el municipio de Sabana de Torres (Santander), allí se realizó la práctica como auxiliar residente de interventoría, sirviendo como apoyo al ingeniero director en la supervisión de las obras ejecutadas por el contratista.

Para lo anterior fue necesario buscar toda la documentación existente sobre construcción de alcantarillados, normas, especificaciones técnicas y consultando al tutor de la práctica realizando una síntesis de toda la información obtenida que sirviera de apoyo.

Una de las principales funciones era la realización de visitas técnicas diarias a los frentes de trabajo con el fin de obtener material que evidenciara el proceso constructivo de la obra.

Seguido de las anteriores visitas se procedía a la asistencia de los comités técnicos en los cuales como auxiliar de residencia debía plantear todas las observaciones realizadas y buscar entre entidad contratante, entidad contratista e interventoría la mejor solución para los inconvenientes encontrados.

En cada visita a campo se debía verificar que las actividades se estuviesen ejecutando de acuerdo a la última versión de planos y a las decisiones tomadas en los comités de obra, así mismo el contratista debería seguir de forma minuciosa las especificaciones técnicas entregadas, lo cual consistía en la principal actividad que como auxiliar de residencia debía cumplir.

En caso de observar procedimientos de construcción, materiales o mano de obra que no se ajustara a las condiciones establecidas para la ejecución de las obras,

se debía solicitar de inmediato el ajuste y corrección, informar de forma inmediata al director de interventoría, manifestar por escrito a la entidad contratante y verificar la sujeción a las correcciones planteadas.

Realizados todos los procesos anteriores en obra identificando los procesos óptimos de construcción, identificando las principales fallas en la ejecución así como las soluciones a dichas problemáticas y realizando una compilación de material fotográfico se procede a la elaboración del presente manual.

5. PROCESO CONSTRUCTIVO

5.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES

5.1.1. Localización general

Debe establecerse el área de influencia de proyecto indicando todas las posibles afectaciones prediales que se puedan presentar y generarse un acta de concertación firmada por el contratista y el dueño o arrendatario del inmueble con el visto bueno de la interventoría. En este documento deben indicarse como mínimo los siguientes parámetros:

- Número de habitantes.
- Características del inmueble.
- Área de afectación predial.
- Reparaciones proyectadas.
- Tiempo de ejecución de la obra.
- Registro fotográfico detallado.

El formato de esta acta depende del contratista, aunque debe contar con la información descrita anteriormente dicho documento deber contener la mayor información posible sobre las condiciones iniciales del predio.

5.1.2. Socialización del proyecto

Es responsabilidad de la entidad contratante y del contratista incluir dentro de la guía de manejo ambiental un proyecto de socialización del proyecto ante toda la comunidad, en donde se enseñe el alcance del mismo, enfatizando sus actividades en las áreas aferentes más cercanas a la ejecución de la obra. Esto se realiza con el fin de mitigar el impacto negativo que pudiera tener El Proyecto frente a la sociedad, es importante que dentro de este proceso de orientación se expliquen a fondo los siguientes temas:

- Indicar el estado actual de las redes de alcantarillado
- Informar la necesidad e importancia de la implementación del proyecto
- Concientizar a las personas del municipio, el progreso que genera el proyecto mejorando su calidad de vida.
- Informar, escuchar y aclarar a la comunidad del municipio las inquietudes referentes a los trabajos desarrollados.

5.1.3. Planos record

La entidad contratante del proyecto debe brindar al contratista y a la interventoría un juego de planos en donde sean señaladas todas las redes existentes en las áreas de ejecución del proyecto, esto debe realizarse con el fin de no retrasar la programación de obra debido a la reparación de daños causados por el desconocimiento de redes ocultas. Por tal razón dentro de los planos deben especificarse como mínimo longitudes, cotas y la localización de las siguientes redes:

- Alcantarillado sanitario y pluvial existente
- Acueducto
- Gas
- Telecomunicaciones
- Eléctricas (si las hay)

5.2. INSTALACIÓN DE TUBERÍA

5.2.1. Localización

Consiste en la localización, nivelación, control y medición de obras por ejecutar, realizadas por medio de una comisión topográfica, siguiendo las referencias del proyecto, de tal manera que se identifiquen los factores relevantes que influirán en

la construcción de las obras que le corresponden al sector que se dará inicio basándose en la programación de obra.

Éste es un instante fundamental en la ejecución del proyecto, pues acá deben referenciarse posibles elementos (cotas de pozos, postes de luz, áreas de predios, entre otros) que pudieran impedir el inicio de las obras o la suspensión de las mismas por factores externos.

5.2.2. Acondicionamiento del área de trabajo

5.2.2.1. *Desmante y limpieza*

Si el sector de trabajo está localizado en un área donde existe vegetación (árboles, arbustos, troncos y maleza), se eliminará la flora necesaria que pueda impedir la ejecución de las obras, teniendo en cuenta que previo a esto deberá realizarse un inventario forestal y presentarlo a la autoridad ambiental encargada para que ésta autorice el inicio de las obras y evalúe las posibles compensaciones forestales. Es importante aclarar que las quemas a cielo abierto de cualquier tipo de material están prohibidas.

5.2.2.2. *Demolición de pavimento*

La rotura de los pavimentos deberá hacerse con cortadora de disco diamantado o de algún otro elemento abrasivo que permita obtener resultados equivalentes, con cortes precisos. El ancho de la zona por romper no podrá ser mayor del ancho máximo fijado en los planos para las excavaciones de acuerdo con el tamaño de los tubos.

No se aceptara el empleo de equipos que puedan causar daño al pavimento fuera de la zona por reparar. En caso que los equipos o los procedimientos empleados

por el contratista produzcan daños en las zonas adyacentes a las demarcadas, estos deberán ser reparados por el contratista a su costa.

5.2.2.3. Demolición de estructuras

Según lo estimado en el proyecto se tendrá que demoler ciertas estructuras (pozos, tuberías, andenes, sardineles, muros, entre otras) y su unidad de pago será la estipulada en las especificaciones técnicas contratadas. Si el contratista, como resultado de un descuido en sus operaciones con cualquier método empleado daña una estructura, afloja o altera el suelo de cimentación de estructuras existentes o futuras tendrá que remover los materiales inadecuados para fundaciones y la construcción del correspondiente relleno en material seleccionado compactado y si es el caso, la reconstrucción de la estructura dañada, sin que por este motivo le sea reconocida al contratista compensación alguna.

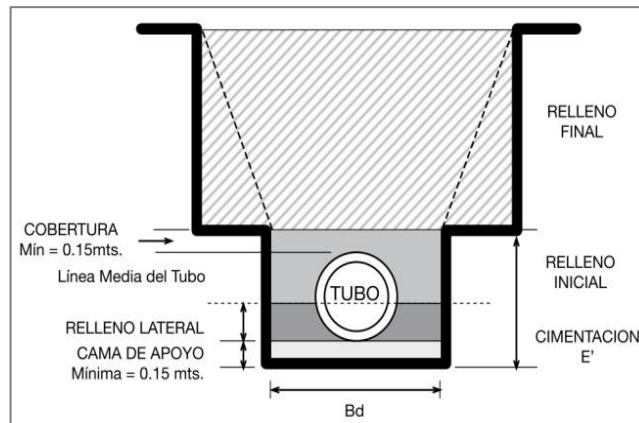
Nota: En el caso de que el contratista efectúe demoliciones en estructuras más allá de los límites indicados en los planos y/o prescritos por el interventor, aquel estará obligado a reconstruir a sus expensas la parte demolida en exceso de lo prescrito u ordenado.

5.2.3. Excavaciones

La zanja debe ser lo suficientemente ancha para permitir a un hombre trabajar en condiciones de seguridad y adecuada alineación y ensamble de las campanas y/o uniones. Uno de los factores más importantes durante la excavación son los anchos de zanja de las excavaciones, estos están definidos dentro de los planos que fueron suministrados por La entidad contratante y van en función del diámetro de cada tubería, aunque pueden ser modificadas bajo criterio del interventor según

la estabilidad de las paredes laterales de la zanja. Debe tenerse en cuenta que el ancho mínimo será el diámetro exterior de la tubería instalada más 0.40 metros, si se requiere ampliar el ancho de la zanja debe hacerse por encima del lomo de la tubería, esto se realiza con el fin economizar los materiales de cimentación y relleno inicial. (Ver Figura 2)

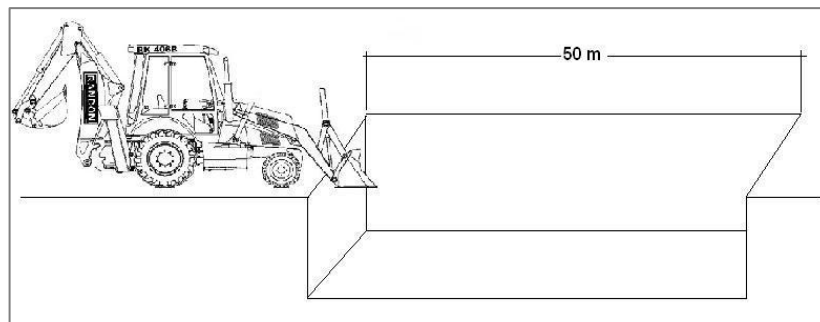
Figura 2. Detalle de zanja ancha



Fuente: PACVO, Manual Técnico - Tubosistemas para alcantarillado

Las excavaciones deben tener un máximo de 50 metros lineales (Ver Figura 3) para evitar que en ocasiones de lluvia un gran volumen de material producto de la excavación se sature y por tal razón no sea apto para compactarse de nuevo en la zanja.

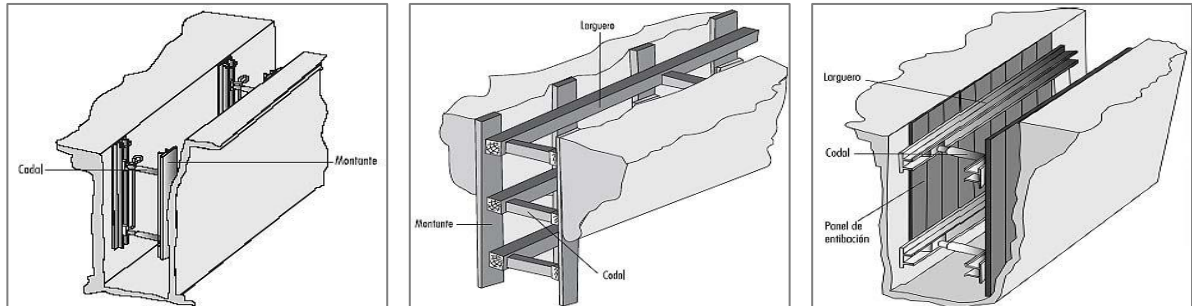
Figura 3. Longitud máxima de excavación



Fuente: Elaboración propia

Cuando las paredes de las zanjas no sean estables tendrán que entibarse (Ver Figura 4) si la profundidad de la excavación es superior a 2 metros, este debe hacerse con el fin de controlar las presiones laterales producidas por el suelo y así evitar posibles derrumbes.

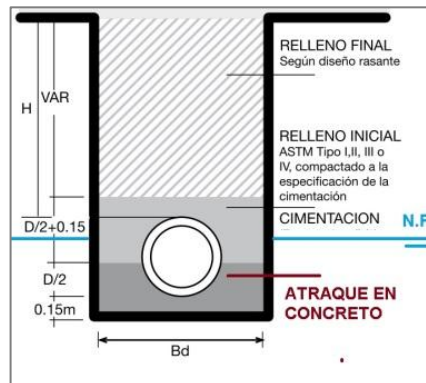
Figura 4. Implementación de entibados



Fuente: Jack L. Mickle, Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo. 09 – Zanjas,

Si el nivel freático es muy superficial, debe drenarse la zanja con una motobomba hasta eliminar la totalidad del agua mientras se esta cimentando la tubería. Si el volumen de agua no puede evacuarse por medio de la motobomba se atracará con concreto de 2500 [Psi] la mitad inferior de la tubería (Ver figura 5) para evitar que la fuerza de empuje del agua levante la tubería y afecte las cotas lineamiento diseñado.

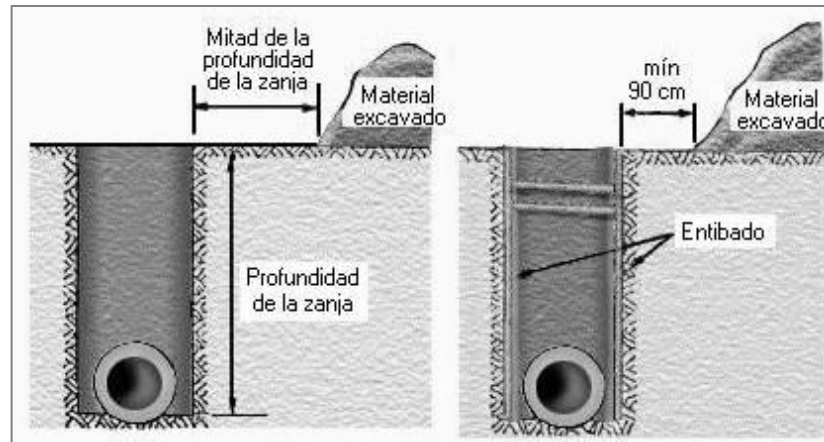
Figura 5. Atraque en concreto



Fuente: PACVO, Manual Técnico - Tubosistemas para alcantarillado

Además de tenerse un control en las paredes de la excavación no debe colocarse material producto de la excavación cerca de la corona del talud que pueda afectar al mismo con peso adicional y se ocasione derrumbe de la excavación. La cercanía del material a la zanja depende si ella está entibada (Ver Figura 6).

Figura 6. Material producto de la excavación



Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Cimentaciones y rellenos

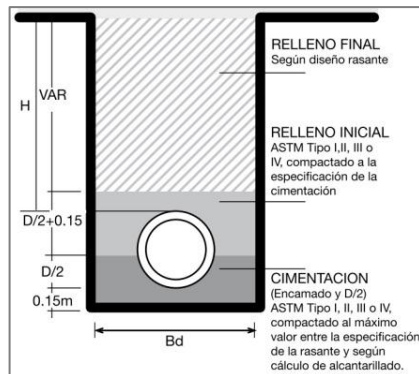
El fondo de la zanja deben estar libre de rocas y material punzante que puedan afectar la tubería, además nivelarse de tal forma que se garantice la pendiente del diseño, así como para que la tubería quede apoyada y debidamente soportada en toda su longitud.

La cimentación es el factor más importante en el comportamiento y deflexión de la tubería. El material debe ser colocado y compactado hasta la mitad del diámetro para proveer adecuado soporte lateral y evitar desplazamiento lateral y vertical de la tubería. Después de ella sigue el relleno inicial que va desde la mitad del diámetro del tubo hasta mínimo 0.15 m sobre el lomo del tubo, puede usarse un material diferente del usado para el encamado y la cimentación, pero debe

seleccionarse adecuadamente de tal forma que proteja la tubería y esté adecuadamente especificado para el uso final de la superficie. Por último el relleno final debe ser seleccionado de acuerdo al requerimiento del uso que se le vaya a dar a la superficie final; vías, zonas verdes, etc. Debe tenerse en cuenta si el material nativo es de buena calidad y así usarse como cimentación y relleno inicial - mínimo ML – CL. En la figura 7 hay una sección tipo en puede apreciarse como es la distribución de la cimentación y los rellenos en a lo largo de toda la excavación

La compactación debe realizarse en capas de 10 cm cada una y emplear el pisón de mano hasta 20 cm encima de la cota clave de la tubería, esto se hace con el fin de proteger la tubería de energías de compactación muy grandes que podrían fisurarla. Después se tendrá que emplear un compactador mecánico garantizando que las densidades máximas del material sean iguales o superiores a las obtenidas en el ensayo de próctor modificado³

Figura 7. Cimentación y rellenos



Fuente: Manual de PACVO

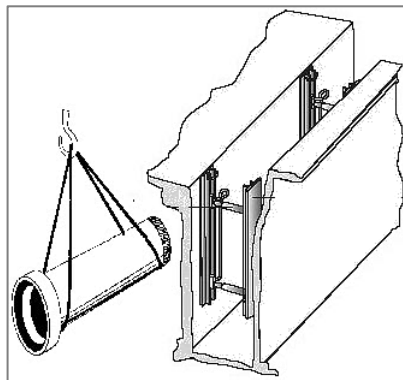
³Relaciones de Humedad – Masa Unitaria Seca en los Suelos (Ensayo Modificado de Compactación) - I.N.V. E – 142 – 07

5.2.5. Red principal

Es importante que antes de instalar la tubería se confirmen si las cotas bateas de cada pozo ubicado en los extremos de la tubería a instalar son las correctas, verificar el diámetro de la tubería y alineamiento de la misma, de esta forma se evidenciará si la dirección del flujo del agua es la esperada, también debe comprobarse que la pendiente sea constante y su valor correcto, esto debe realizarse con el fin de evitar futuras reparaciones en donde tenga que corregirse la dirección del flujo de agua.

Aparte de corroborar las cotas también debe verificarse en el instante de la instalación que el interior de la campana y el espigo de la tubería estén completamente limpios y lubricados, para que en el empalme no se produzcan fugas de agua. Durante el ensamble de las tuberías debe aplicárseles una presión de empuje constante, hasta que el tubo se deslice suavemente dentro de la campana y/o unión hasta el tope indicado (Ver Figura 8).

Figura 8. Instalación de tubería



Fuente: Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo.

09 – Zanjas, Jack L. Mickle

Es importante anotar que cuando el alcantarillado principal sea del tipo separado y la red del inmueble sea del tipo combinado, se deberá construir un aliviadero con

el fin de separar las aguas, según lo establecido en el diseño del proyecto, y conectarlas adecuadamente a las redes existentes.

5.2.6. Conexiones domiciliarias

La acometida es la derivación que parte de la caja de inspección del usuario y llega hasta el colector de la red local de alcantarillado. Se ejecutarán de acuerdo con el diseño mostrado en los planos observando las especificaciones correspondientes al tipo de material que se utilice.

Tendrán que construirse simultáneamente con el alcantarillado principal y se llevarán hasta el hilo interior del andén, donde se construirá la caja de inspección del usuario. Para la construcción de las acometidas debe tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Se construirá una domiciliaria por lote, así sean edificios multifamiliares:
- El diámetro de la acometida será como mínimo de 150 mm (6"), la pendiente mínima será del 2% y la longitud máxima será de diez (10) metros.
- Se conectarán al alcantarillado principal en su parte media superior.

5.2.7. Pruebas al sistema

Una vez finalizada la etapa de instalación del tramo y se construyan los pozos en ambos extremos, se deben realizar en presencia de la interventoría del proyecto las pruebas preliminares que simulen las condiciones normales y críticas de la operación, con el fin de detectar posibles errores y tomar medidas correctivas. Estas pruebas son las siguientes:

5.2.7.1. Inspección visual preliminar de redes de alcantarillado.

Deben ejecutarse antes de la entrada en funcionamiento del sistema de alcantarillado y en lo posible durante la etapa de construcción.

Consiste en realizar verificaciones visuales de la tubería, en dicha inspección se debe verificar que la tubería no presente fisuras, abolladuras sellos desplazados o rasgados (esto se hace mínimo al 15% de la longitud total instalada)

5.2.7.2. Pruebas de infiltración

La prueba de infiltración se realiza una vez conformados los rellenos, cuando el nivel freático está por encima de la cota clave (preferiblemente 1 metro o más).

La prueba consiste en medir la cantidad de agua infiltrada en un tramo de tubería taponada en uno de sus extremos. El tramo debe ser aislado aguas arriba y se mide el caudal infiltrado aguas abajo mediante un vertedero

El rango de aceptación está representado por un rango de valores de infiltración que puede estar entre 10 y 20 litros por milímetro de diámetro, por kilómetro de longitud de tramo por día.

5.2.7.3. Pruebas de estanqueidad.

Es recomendada cuando el nivel freático está bajo, la impermeabilidad de la tubería se puede establecer aislando el tramo, llenando éste de agua hasta un nivel determinado y estableciendo su tasa de descenso durante un periodo razonable de tiempo.

El rango de aceptación está representado por un rango de valores de estanqueidad que puede estar entre 10 y 20 litros por milímetro de diámetro, por kilómetro de longitud de tramo por día.

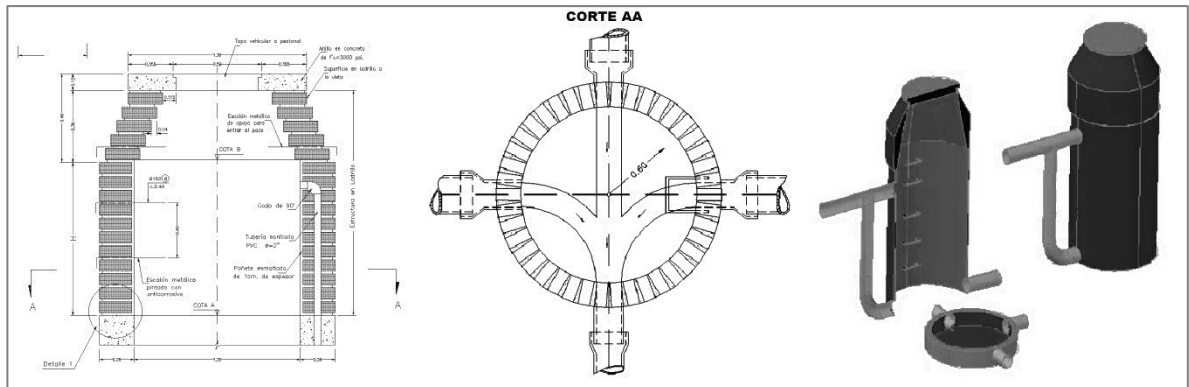
5.3. CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS

5.3.1. Pozos de inspección nuevos y remodelados

Todos los pozos deben ser construidos según las especificaciones técnicas y los planos suministrados por la entidad contratante. La supervisión por parte de la interventoría será velar porque se ejecuten correctamente todas las actividades correspondientes a este ítem y enfatizará el control de calidad en los errores que comúnmente cometidos, bien sea por desconocimiento de los planos y especificaciones o por ahorrar recursos económicos, cómo son:

- Bajas resistencias del concreto
- Omitir la construcción de pasos auxiliares
- Demasiadas filas en la reducción del pozo
- Malos acabado en cañuelas y esmaltado

Figura 9. Pozo de inspección



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

Según el estado de la estructura se considerará remodelarla y mejorar sus condiciones actuales sin tener que demolerla y construirla de nuevo, en dado caso se ejecutaran las actividades necesarias para que su funcionamiento sea óptimo, en donde se evaluará el estado de los siguientes parámetros y se procederá a realizar los correctivos pertinentes.

- Cañuelas
- Impermeabilización de las paredes
- Tapa
- Corona

5.3.2. Aliviaderos

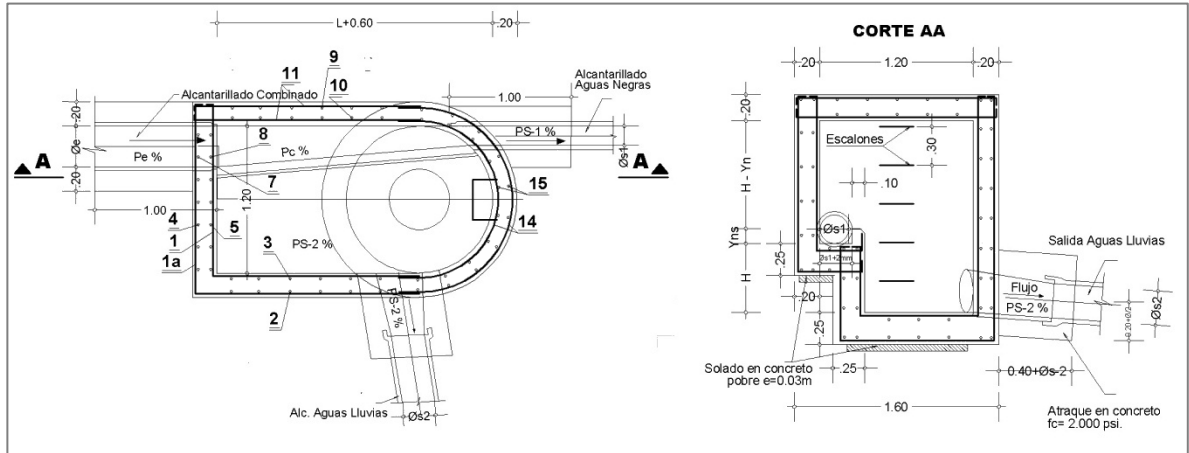
La función de los aliviaderos es transportar los excesos de agua a otro sector disipando la energía sobrante, generalmente se emplean en las redes de alcantarillado pluvial direccionando el caudal de agua a una red secundaria que vierte el flujo al cuerpo de agua más cercano, pero en otras ocasiones se utilizan para reducir los caudales en las redes sanitarias, dirigiendo el volumen de agua sobrante a la red de alcantarillado pluvial, como es el caso de los aliviaderos construidos durante el Plan Maestro de Sabana de Torres.

El factor más importante en la construcción de este tipo de estructuras es su ubicación, pues dependiendo de ella puede servir para mitigar alguna problemática que afecte una zona específica o sencillamente no valer de nada.

Si este tipo de estructuras van a ser construidas para mitigar los problemas de rebosamiento en el alcantarillado sanitario, deben ser localizadas en un punto donde el alcantarillado sanitario esté más alto que el pluvial. Si los aliviaderos van a direccionar el caudal excedente de la red pluvial, se recomienda construir este

tipo de estructuras cerca de una fuente hídrica en donde puedan verterse las aguas sin causar problemas de socavación o excesos de agua.

Figura 10. Aliviadero



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

5.3.3. Sumideros

Los sumideros son estructuras encargadas de dirigir el agua producto de la escorrentía superficial hacia las redes pluviales subterráneas. Existen diversos tipos de sumideros clasificados según la capacidad y localización en la sección típica de la vía, estos deben ser construidos según lo indicado en los planos suministrados por la entidad contratante.

En algunos casos los sumideros planteados son ubicados sin prever las posibles redes que se encuentren debajo de la superficie, por esta razón son importantes los planos record mencionados anteriormente, por otra parte algunas estructuras son ubicadas sin tener en cuenta el flujo del agua por escorrentía superficial, debido a esto debe revisarse la dirección del flujo de agua (preferiblemente durante la lluvia) en las calles donde se tienen planteadas estas estructuras.

Por estas razones, además de verificarse que se construyan acorde a las especificaciones técnicas contratadas, también debe garantizarse que la ubicación de la estructura a construir es la más idónea para la función que va a desempeñar.

Figura 11. Localización de sumideros



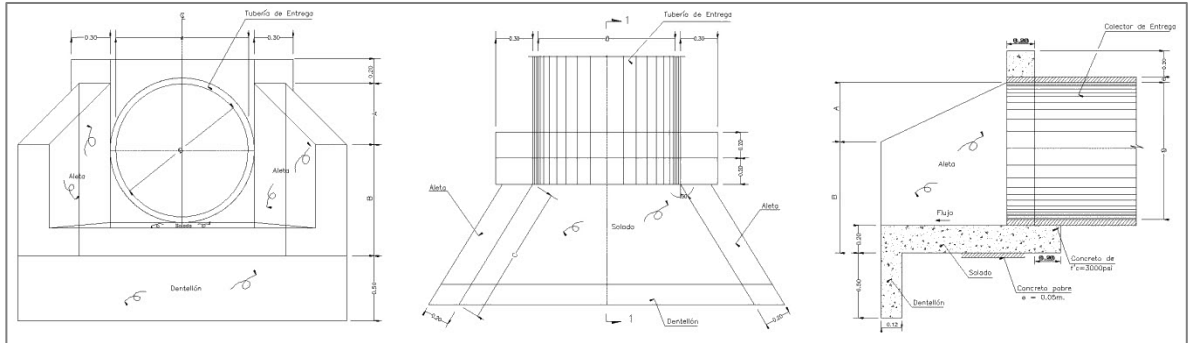
Fuente: Elaboración propia

5.3.4. Cabezotes de entrega

Estructura que a través del cambio en dimensiones y forma de la sección de entrega reduce la velocidad del agua y previene la socavación; se recomienda usarla aguas arriba como complemento y tramo de transición de cualquier tipo de estructura de entrega (gradas, tanques o losas).

Lo más importante durante la construcción de este tipo de estructuras es que se construyan todas la partes que lo componen (aletas, dentellón, solados, muro cabezal, entre otras) y se ejecuten según las medidas indicadas en los planos de construcción suministrados por la entidad contratante.

Figura 12. Cabezote de entrega



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

5.3.5. Control de materiales

Además de supervisar que las dimensiones y localización de las estructuras correspondan a las establecidas en los planos, el interventor también debe verificar la calidad de los materiales empleados. Lo que conlleva a un control de calidad de todos los materiales utilizados para la construcción de dichas estructuras, a continuación se indica cómo debe ser el procedimiento para comprobar si estos están dentro del rango de aceptación

5.3.5.1. Acero

Para el control de calidad de los materiales empleados se solicitara al contratista un documento expedido por la empresa encargada de suministrar el acero, en donde certifique la calidad del material expedido, este documento tiene que contar con el Sello NTC 2289 (2007)⁴

⁴ Norma Técnica Colombiana NTC 2289 – Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto

5.3.5.2. Concreto

5.3.5.2.1. Asentamiento.

Las pruebas de asentamiento se harán por cada cinco (5) metros cúbicos de concreto a vaciar y serán efectuados con el consistímetro de Kelly o con el cono de Abrams (ICONTEC 396). Los asentamientos máximos para las mezclas proyectadas serán los indicados al respecto para cada tipo, de acuerdo con la geometría del elemento a vaciar y con la separación del refuerzo.

5.3.5.2.2. Testigos de la Resistencia del Concreto.

Las muestras serán ensayadas de acuerdo con el "Método para ensayos de cilindros de concreto a la compresión" (designación C-39 de la ASTM o ICONTEC 550 Y 673). La preparación y ensayo de cilindros de prueba que testifiquen la calidad de los concretos usados en la obra será obligatoria, corriendo ella de cuenta del contratista pero bajo la vigilancia de la interventoría. Cada ensayo debe constar de la rotura de por lo menos cuatro cuerpos de prueba. La edad normal para ensayos de los cilindros de prueba será de veintiocho (28) días, pero para anticipar información que permitirá la marcha de la obra sin demoras extremas, dos de los cilindros de cada ensayo serán probados a la edad de siete (7) días, calculándose la resistencia correlativa que tendrá a los veintiocho (28) días. En casos especiales, cuando se trate de concreto de alta resistencia y ejecución rápida, es aceptable la prueba de cilindros a las 24 horas, sin abandonar el control con pruebas a 7 y 28 días. Durante el avance de la obra, el interventor podrá tomar las muestras o cilindros al azar que considere necesarios para controlar la calidad del concreto. El contratista proporcionará la mano de obra y los materiales necesarios y ayudará al interventor, si es requerido, para tomar los cilindros de ensayo. El valor de los ensayos de laboratorio ordenados por el Interventor será por cuenta del Contratista. Para efectos de confrontación se llevará un registro

indicador de los sitios de la obra donde se usaron los concretos probados, la fecha de vaciado y el asentamiento. Se hará una prueba de rotura por cada diez metros cúbicos de mezcla a colocar para cada tipo de concreto. Cuando el volumen de concreto a vaciar en un (1) día para cada tipo de concreto sea menor de diez metros cúbicos, se sacará una prueba de rotura por cada tipo de concreto o elemento estructural, o como lo indique el Interventor; para atraques de tuberías de concreto se tomarán dos cilindros cada 6 metros cúbicos de avance.

La resistencia promedio de todos los cilindros será igual o mayor a las resistencias especificadas, y por lo menos el 90% de todos los ensayos indicarán una resistencia igual o mayor a esa resistencia. En los casos en que la resistencia de los cilindros de ensayo para cualquier parte de la obra esté por debajo de los requerimientos anotados en las especificaciones, el interventor, de acuerdo con dichos ensayos y dada la ubicación o urgencia de la obra, podrá ordenar o no que tal concreto sea removido, o reemplazado con otro adecuado, dicha operación será por cuenta del contratista en caso de ser imputable a él la responsabilidad. Cuando los ensayos efectuados a los siete (7) días estén por debajo de las tolerancias admitidas, se prolongará el curado de las estructuras hasta que se cumplan tres (3) semanas después de vaciados los concretos.

5.3.5.3. Mampostería

Para el control de calidad de los materiales empleados se solicitará al contratista un documento expedido por la empresa encargada de suministrar el acero, en donde certifique la calidad del material expedido, este documento tiene que contar con el Sello NTC 4205-3 (2007)⁵

⁵ Norma Técnica Colombiana NTC 4205-3 - Unidades de Mampostería de Arcilla Cocida. Ladrillos y Bloques Cerámicos. Parte 3: Mampostería de Fachada.

5.4. PAVIMENTACIÓN

5.4.1. Bordillos

La principal función de estos elementos es confinar las zonas en donde exista pavimento y deberán construirse acorde a las especificaciones técnicas y planos de construcción suministrados por la entidad contratante. Para su control de calidad se verificara según lo indicado en el numeral 5.3.5.2.2 del presente documento

5.4.2. Subrasante

La función de la subrasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento. Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin reducir la calidad.

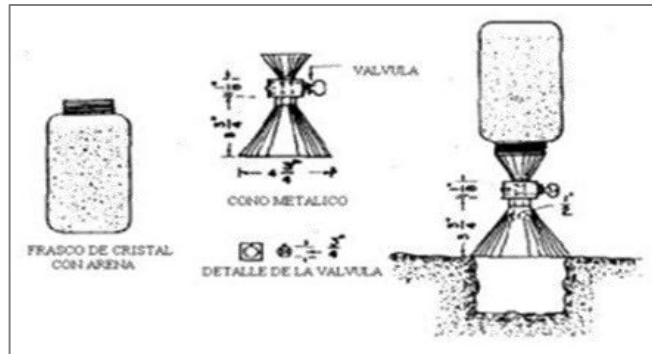
Para que la subrasante pueda emplearse como apoyo de las carpetas superiores que conforman la estructura de pavimento esta debe ser escarificada, conformada y compactada de tal forma que cumpla con las normas vigentes⁶, en donde los parámetros más importantes son su granulometría, plasticidad y densidad máxima deben estar dentro de los rangos admisibles.

Uno de los errores más comunes en el proceso constructivo de la subrasante es el control de su humedad optima y densidad máxima, debido a esto deben registrarse tomas de densidad mediante el ensayo de Cono de Arena⁷ y verificar si están dentro del rango admisible (error menor a 2%) basándose en los resultados que hayan arrojado los ensayos de próctor modificado.

⁶ INVIAS, Artículo 310 – 07, Disposiciones Generales para la Ejecución de Afirmados, Subbases Granulares y Bases Granulares y Estabilizadas

⁷ Ensayo de Densidad o Masa Unitaria del Suelo en el Terreno Método Cono de Arena - I.N.V. E – 161 – 07

Figura 13. Ensayo de cono de arena

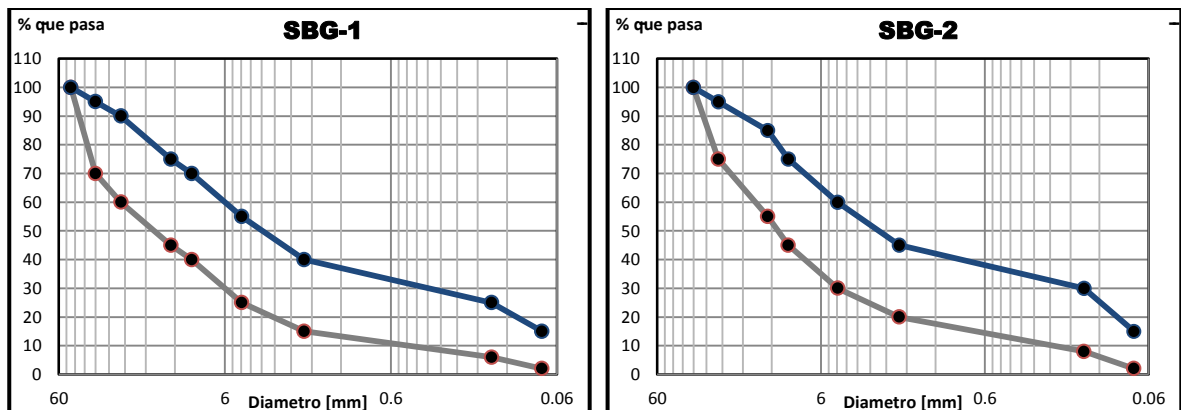


Fuente: Blog, Ingeniería Civil – Notas y apuntes
Ensayo de Densidad de Campo (Cono de Arena)

5.4.3. Subbase granular

La subbase granular debe ser un material pétreo, de características uniformes, libre de materia orgánica y/o terrones de arcillas, su granulometría deberá ajustarse a unas franjas granulométricas específicas⁸ que se indican la siguiente gráfica, estando dentro del rango delimitado por las líneas azul y gris. Esto debe cumplirse para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por el INVIAS.

Figura 14. Franjas granulométricas del material de subbase granular



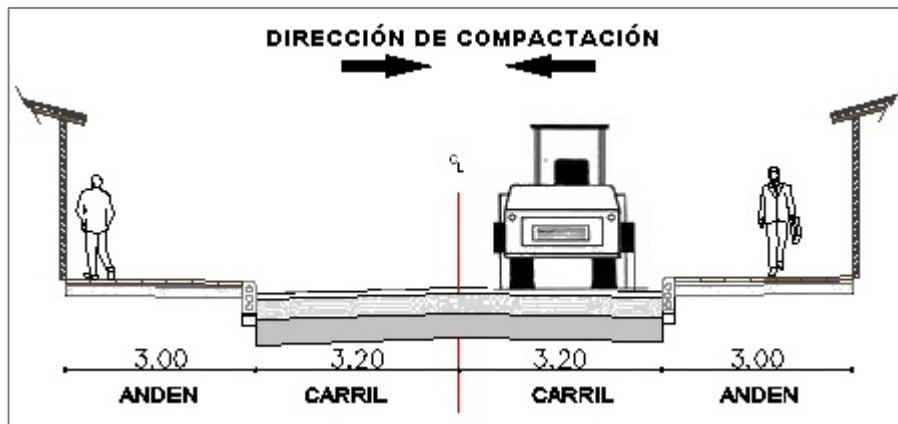
Fuente: Elaboración propia

⁸ INVIAS, Tabla 320.1 del Artículo 310 – 07, Disposiciones Generales para la Ejecución de Afirmados, Subbases Granulares y Bases Granulares y Estabilizadas

Si la capa de subbase granular se va a construir mediante la combinación de dos (2) o más materiales, éstos se deberán mezclar en un patio fuera de la vía, por cuanto su mezcla dentro del área del proyecto no está permitida.

El espesor de las capas de compactadas no deberán ser menores a 10 centímetros ni mayores a 20 centímetros, y el sentido de su compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador (Ver Figura 14)

Figura 15. Compactación de subbase



Fuente: Elaboración propia

Para el control de los materiales se harán los siguientes ensayos (Ver Tabla 1) y la frecuencia de los mismos podrán variarse en función de la homogeneidad de las muestras o según el criterio del interventor.

Tabla 1. Ensayos de control de material

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-126	Una (1) vez por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Densidad seca máxima	E-142	Una (1) vez por semana

Fuente: INVIAS, Artículo 300 – Tabla 320.3

Para aceptar las densidades de compactación en obra de la subbase granular, las muestras tomadas dentro de cada lote (mínimo 5) tendrán que arrojar densidades secas superiores al 95 % de las densidades secas obtenidas mediante de el ensayo de próctor modificado realizados en el laboratorio.

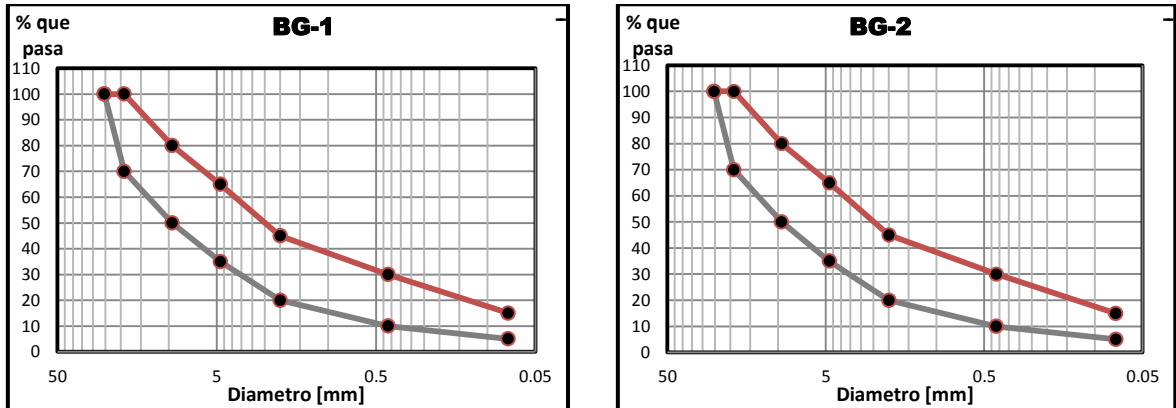
Además de comprobar que la densidad de la capa construida esté dentro de los rangos admisibles, se verificará si el espesor de la capa de subbase granular está dentro del rango admisible. Para esto se tomarán mediciones en cada lote (mínimo 5), donde todas éstas deben ser mayores al espesor de diseño, aunque se acepta una (1) medida inferior por lote sólo si ésta es mayor al 85% del espesor de diseño.

5.4.4. Base granular

La base granular debe ser un material granular triturado, duro y resistente, debe estar libre de materia orgánica, arcillas, partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables y su granulometría deberá ajustarse a las franjas granulométricas⁹ que se indican en la siguiente gráfica, estando dentro del rango delimitado por las líneas roja y gris.

⁹ INVIAS, Tabla 330.3 del Artículo 310 – 07, Disposiciones Generales para la Ejecución de Afirmados, Subbases Granulares y Bases Granulares y Estabilizadas

Figura 16. Franjas granulométricas del material de base granular



Fuente: Elaboración propia

Si la capa de base granular se va a construir mediante la combinación de dos (2) o más materiales, éstos se deberán mezclar en un patio fuera de la vía, por cuanto su mezcla dentro del área del proyecto no está permitida.

El espesor de las capas compactadas no deberán ser menores a 10 centímetros ni mayores a 20 centímetros, y el sentido de su compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. (Ver Figura 14)

Para el control de los materiales se harán los siguientes ensayos (Ver Tabla 2) y la frecuencia de los mismos podrán variarse en función de la homogeneidad de las muestras o según el criterio del interventor.

Tabla 2. Ensayos de control de material

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-126	Una (1) vez por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Valor de azul	E-235	Una (1) vez por semana *
Densidad seca máxima	E-142	Una (1) vez por semana

* Si corresponde ejecutarlo

Fuente: INVIAS, Artículo 300 – Tabla 330.3

Para aceptar las densidades de compactación en obra de la base granular, las muestras tomadas dentro de cada lote (mínimo 5) tendrán que arrojar densidades secas superiores a lo indicado en el INVIAS¹⁰ en comparación a las densidades máximas secas obtenidas del diseño de pavimento.

Además de comprobar que la densidad de la capa construida esté dentro de los rangos admisibles, se verificara si el espesor de la capa de subbase granular está dentro del rango admisible. Para esto se tomarán mediciones en cada lote (mínimo 5), donde todas éstas deben ser mayores al espesor de diseño, aunque se acepta una (1) medida inferior por lote sólo si ésta es mayor al 85% del espesor de diseño.

5.4.5. Imprimación y sello de arena

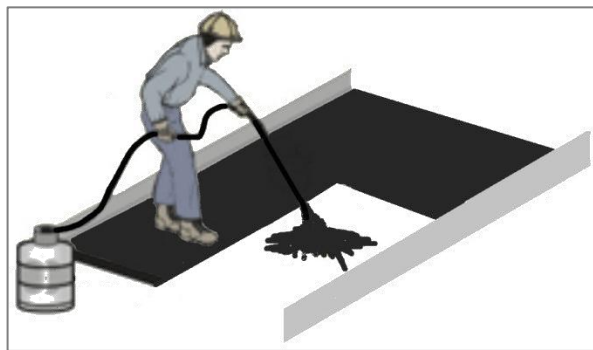
La función principal de la imprimación es mitigar los efectos abrasivos de la lluvia sobre las capas inferiores y servir como ligante entre las capa adyacentes, Este trabajo consiste la aplicación uniforme de un ligante bituminoso sobre una superficie granular terminada (Ver Figura 15) y posteriormente colocar agregado para la protección de la superficie imprimada, éste será arena natural, arena de

¹⁰ARTÍCULO 300 – 07 del INVIAS, numeral 330.5.2.2, inciso b

trituración o una mezcla de ambas, la cual estará exenta de polvo, terrones de arcilla u otros materiales objetables.

El anterior procedimiento debe efectuarse sobre toda la superficie que esta proyectada a pavimentar y se realizara bajo las especificaciones impuestas en por el INVIAS en el Artículo 420 – 02 Imprimación.

Figura 17. Imprimación



Fuente: Elaboración propia

5.4.6. Pavimento flexible

Antes de dar inicio a la construcción de la carpeta asfáltica deben comprobarse primero los niveles de las capas anteriores y realizarse todos los controles necesarios para la aceptación de las mismas, asegurarse que la superficie esté seca o ligeramente húmeda y previamente imprimida, verificar que la temperatura ambiente sea mínimo de 10°C, sin lluvia, y que la temperatura de mezcla esté dentro del rango de aceptación (110°C al comienzo y 85°C al término del proceso)

Para la distribución de la mezcla se recomienda una finisher de esta forma el extendido será homogéneo y el espesor constante, posteriormente se compacta con un rodillo tándem de dos ruedas de acero, sobre las orillas exteriores de la capa recién tendida para ir luego apisonando hacia el centro del camino.

Durante la compactación las ruedas de las apisonadoras deberán mantenerse húmedas para evitar que se adhieran al material. Tras de haberse hecho las correcciones que fuesen necesarias después del apisonado inicial, se procede a dar pasadas con el rodillo neumático. Este procedimiento se recomienda realizarlo en tres fases

Primera: La compactación inicial debe seguir inmediatamente al de las juntas longitudinales y bordes. Los rodillos deben trabajar lo más cerca de la terminadora para obtener la densidad adecuada sin causar un desplazamiento indebido.

Segunda: Para la segunda compactación se considera preferible los rodillos neumáticos, que deben seguir a la compactación inicial tan de cerca como sea posible y mientras la mezcla está aún a una temperatura que permita alcanzar la máxima densidad.

Tercera: La compactación final debe realizarse con rodillos tandem de dos ruedas o tres, mientras que el material es suficientemente trabajable para permitir suprimir las huellas de los rodillos.

5.4.7. Control de calidad (Resumen)

5.4.7.1. Subrasante

- Comprobar los niveles de la rasante de la vía antes y después de la conformación.
- Realizar ensayo para clasificar el suelo.
- Realizar ensayos para hallar la densidad máxima de compactación y la densidad obtenida en obra.

5.4.7.2. Subbase y base granular

- Comprobar los niveles de la rasante de la vía antes y después de la conformación.
- Realizar ensayo para clasificar el suelo.
- Realizar ensayos para hallar la densidad máxima de compactación y la densidad obtenida en obra
- Verificar el espesor de la capa construida

5.4.7.3. Capa Asfáltica

- Comprobar los niveles de la capa asfáltica de la vía antes y después de la compactación.
- Toma de briquetas y compactarlas con martillo para hallar la densidad máxima.
- Tomar núcleos de asfalto para determinar la densidad final de la capa construida y cotejarla con la de diseño.
- Verificar el espesor de la capa construida
- Verificar el contenido de asfalto
- Inspeccionar la textura superficial de la capa de rodadura

Nota: Todos los parámetros anteriores deben regirse a las siguientes normas:

- INVIAS. Artículo 450, Mezclas Asfálticas en Caliente (Concreto Asfáltico y Mezcla de Alto Modulo). Colombia. 2007
- INVIAS. Artículo 300, Disposiciones Generales para la Ejecución de Afirmados, Subbases Granulares y Bases Granulares Estabilizadas. Colombia. 2007

6. OBLIGACIONES ADICIONALES

6.1. Reposición de áreas forestales

Es deber del contratista realizar un inventario forestal al área de trabajo proyectada y presentárselo a la autoridad ambiental encargada de la zona, una vez realizado ésta indicará si se aprueban las actividades en esta zona, de ser así, también radicará un documento en donde especifique de que forma se efectuará la compensación forestal.

Los lineamientos dictados por la autoridad ambiental deberán señalar el lugar y las especies a plantar por el contratista, así como las medidas de mitigación para la ejecución de las obras en áreas forestales.

6.2. Disposición de fuentes de material y botaderos

Las fuentes de materiales empleadas para los rellenos deben contar con los permisos ambientales para su explotación expedidos por la autoridad ambiental encargada de la zona, así como el material proveniente de las excavaciones y material suelto o derrumbes serán dispuestos dando cumplimiento a las normas ambientales indicadas por la misma entidad. Todos estos permisos deben ser proporcionados por el contratista a la interventoría para que ésta verifique su autenticidad.

6.3. Reparaciones a terceros

Cualquier tipo de daño causado a un tercero por descuido o incumplimiento del contratista deberá ser reparado por el mismo, asumiendo los costos necesarios para solucionar el impase. Después de realizar los correctivos pertinentes se

procederá a firmar un acta de cumplimiento para dejar constancia de las reparaciones hechas por el contratista.

6.3.1. Pago de aportes parafiscales

Es responsabilidad del Contratista brindarles a todos sus trabajadores las prestaciones sociales¹¹ y vincularlos a una ARP, así como un aporte equivalente al 9% de su nómina por concepto de los llamados aportes parafiscales¹².

7. FALLAS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

7.1. TRABAJO EN ÁREAS SATURADAS

Según la geomorfología del suelo pueden encontrarse niveles freáticos superficiales (Ver Fotografía 1) ocasionando que los suelos estén muy saturados, esto dificulta la ejecución de cualquier tipo de actividad que esté prevista dentro de la programación de obra, generando que las densidades de compactación y uniones entre cada segmento de tubería instalada no cumplan con los requisitos mínimos para ser aprobadas como producto final.

¹¹ Ley 100. Artículo 9. 1993

¹² Ley 101. Artículo 29. 1993

Fotografía 1. Nivel freático superficial



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

Un incorrecto manejo de las aguas provenientes de las redes localizadas en las áreas aferentes al sector de trabajo es otro factor que influye en los altos porcentajes de humedad presentes en el suelo (Ver Fotografía 2), generando además de un alto grado de saturación una contaminación constante los materiales que se disponen como capas de compactación.

Fotografía 2. Mal manejo de aguas



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

7.2. BAJAS DENSIDADES DE COMPACTACIÓN

Los factores más relevantes para lograr una densidad aceptable en un suelo que ha sido compactado artificialmente son la humedad del mismo y el grado de

compactación que se le proporcione (Ver Fotografía 3), por esta razón debe garantizarse que el volumen de material compactado esté muy cerca a su humedad óptima y la energía suministrada genere densidades que estén dentro de los rangos admisibles, según los ensayos de próctor modificado realizados en el laboratorio.

Fotografía 3. Proceso de compactación



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

7.3. NO EMPLEAR ENTIBADOS

En algunas ocasiones el contratista comete el error de no emplear entibados durante la excavación de las zanjas confiando en la estabilidad del suelo (Ver Fotografía 4), basando su criterio en la experiencia adquirida en obras anteriores, este procedimiento se omite con el fin de realizar las actividades en el menor tiempo posible y de esa forma aumentar su margen de utilidad.

Fotografía 4. Excavación sin entibados



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

7.4. SEÑALIZACIÓN Y ELEMENTO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Siempre que se esté ejecutando cualquier tipo de obra civil, tiene que estar definida claramente la delimitación del área de trabajo, de los senderos peatonales, de la vegetación existente y todos los materiales empleados deben estar cubiertos para estar protegidos en contra de toda abrasión. Todas estas indicaciones deben cumplirse durante el día y la noche, inclusive si la obra se encuentra suspendida.

Además de las medidas de precaución tomadas para obra garantizar la obra física, también debe garantizarse la seguridad del personal que está laborando dentro del área de trabajo, pero estos factores no son cumplidos con rigor (Ver Fotografía 5), permitiendo que se puedan ocasionar lesiones no sólo para los trabajadores de la obra sino para los personas que habitan o transitan cerca del área de influencia del proyecto.

Fotografía 5. Señalización de área de trabajo



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

7.5. ACTAS DE CONCERTACIÓN

Durante la ejecución del proyecto es posible que sea intervenido algún predio de forma parcial o total, por tal razón es conveniente tener un registro de las condiciones del sector antes del inicio de las obras, y este documento debe ser conciliado con el dueño de la vivienda de tal forma que garantice que el área de trabajo quedará en las mismas o mejores condiciones que las encontradas al inicio de la obra. Desafortunadamente en ciertas ocasiones el trámite se omite y esto genera una serie de procedimientos complejos que podrían perjudicar la programación de la obra inclusive multas hacia el contratista. Un ejemplo de esto es una cerca en concreto que el contratista tuvo que reponer durante la ejecución del proyecto a pesar de que aseguraba que ésta era en madera y se encontraba en mal estado (Ver Fotografía 6).

Fotografía 6. Cerca repuesta



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

7.6. BAJAS RESISTENCIAS EN LAS ESTRUCTURAS

Las principales causas que generan fallas en las estructuras construidas (Ver Fotografía 7) son las bajas resistencias del concreto, esto radica en una inadecuada dosificación y mal curado durante el tiempo de fraguado, Además del uso prematuro de la estructura, utilizándola antes de llegar a su resistencia máxima.

Fotografía 7. Tapa de pozo de inspección en mal estado



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

7.7. FALLAS EN PAVIMENTO

Uno de los ítems más visibles y costosos en la ejecución de la obra es la pavimentación, por tal razón debe tenerse especial cuidado en la construcción de cada una de las capas que conforman la estructura de pavimento. Según lo observado durante la ejecución del proyecto, uno de los errores cometidos con más frecuencia es en la dosis de agua aplicada para llegar a la humedad óptima en las capas que soportan la MDC, generando que el suelo no llegue a su densidad máxima.

A la capa asfáltica debe controlársele de manera especial, garantizando que el contenido de asfalto, densidades de compactación, temperatura de la mezcla, porcentaje de asfalto y granulometría del material estén dentro de los parámetros admisibles.

Fotografía 8. Falla en el pavimento



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

7.8. CATASTRO DE REDES EXISTENTES

Con frecuencia se encuentran tuberías o algún tipo de red que interfieren el lineamiento de la red de alcantarillado a instalar, generando un retraso en la programación de obra y un aumento en las cantidades ejecutadas. Por esta razón es indispensable tener un plano record de todos los posibles elementos que

puedan estar enterrados y no se puedan detectar desde la superficie. Durante la ejecución del proyecto se encontró una red de alcantarillado sanitario existente que cruzaba la calzada atravesándose en el lineamiento planteado en los planos de diseño (Ver Fotografía 9).

Fotografía 9. Tubería sesgada



Fuente: Plan Maestro de Sabana de Torres

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación del Manual para el Control de la Calidad en la Construcción de Sistemas de Alcantarillado, como modelo estándar permitirá reducir los errores producidos por desconocimiento de algunos factores al ejecutar una actividad, y que además, guíe a todo el personal involucrado en los procesos de ejecución de la misma.

Además de la información (informes, planos, especificaciones y APU) suministrada por la entidad contratante referente al proyecto que se vaya a ejecutar, es necesario obtener toda la información posible de otras obras realizadas con anterioridad en el área donde se ejecutará la obra.

Controlando desde el inicio la calidad de los materiales y verificando que el proceso constructivo sea el correcto, acorde a las especificaciones técnicas contratadas, se podría garantizar la calidad del producto a entregar, disminuyendo la probabilidad de efectuar reparaciones futuras.

Todas las decisiones tomadas que repercutan la directriz del proyecto deben estar justificadas y referenciadas bajo la normativa vigente y radicada en un documento oficial visado por la interventoría. Si dicha decisión se toma en obra quedará registrada en la bitácora de la obra y para que sea válida debe estar firmada por parte de un representante del contratista y visada por la interventoría.

En este tipo de obras debe programarse su ejecución durante la temporada de verano, pues las lluvias impiden el desarrollo normal de la obra, aumentando el tiempo de ejecución en la programación planteada y aumenta los costos de ejecución.

BIBLIOGRAFIA

DURÁN, Zulma. Estado de la Cobertura y Calidad del Saneamiento en Colombia. [En línea]. Disponible en web: <http://www.slideshare.net/zlduranh/cobertura-y-calidad-saneamiento-en-colombia>

GERFOR. Manual de Infraestructura. Tubería y accesorios SUPRAFORT. 2011

INVIAS. Artículo 300, Disposiciones Generales para la Ejecución de Afirmados, Subbases Granulares y Bases Granulares Estabilizadas. Colombia. 2007

INVIAS. Artículo 450, Mezclas Asfálticas en Caliente (Concreto Asfáltico y Mezcla de Alto Modulo). Colombia. 2007

NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 1259. Instalación de Tuberías para Conducción de Aguas sin Presión. 1999

NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 2795. Práctica Normalizada para Instalación Subterránea de Tubos Termoplásticos para Alcantarillado y otras Aplicaciones de Flujo por Gravedad. 1999

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Estadísticas Sanitarias Mundiales. [En línea]. 2011. Disponible en web:
http://www.who.int/whosis/whostat/ES_WHS2011_Full.pdf

PAVCO. Manual Técnico – Tubosistemas Para Alcantarillado, Novafort y Novaloc. 2009

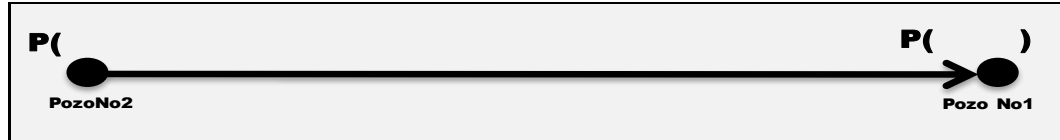
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Sumideros en alcantarillados de aguas lluvias.
[En línea]. Bogotá. 2009. Disponible en web:

<http://es.scribd.com/doc/49107325/06-Sumideros-en-Alcantarillados-de-Aguas-Lluvias>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Manual Para la Inspección Visual de Estructuras de Drenaje. Bogotá. 2006.

ANEXO

Anexo 1. Formato de control de obra



RED PRINCIPAL

Localización	
Referencia del tramo	
Longitud del tramo	
Ancho de excavación	
Observaciones:	

CONEXIONES DOMICILIARIAS

Izquierda		
Derecha		
Totales		
Dimensión cajas		
Observaciones:		

POZO DE INSPECCIÓN No 1

Cañuelas

Esmaltadas	SI	NO
Profundidad		
No de colectores		

Cilindro de concreto

Altura	
Diámetro	
Espesor	

Mampostería

Alineada	SI	NO
Tubería de aireación	SI	NO
Diámetro interno		
Altura (Incluida reducción)		
Filas de reducción		

Escalones metálicos (Pasos)

Escalones metálicos	SI	NO
Separación - escalones		
Huella - escalones		
Escalón auxiliar	SI	NO
Anticorrosivo	SI	NO

Anillo de concreto (Corona)

Diámetro		
Altura		
Refuerzo (Cumple)	SI	NO
Observaciones:		

POZO DE INSPECCIÓN No2

Cañuelas

Esmaltadas	SI	NO
Profundidad		
No de colectores		

Cilindro de concreto

Altura	
Diámetro	
Espesor	

Mampostería

Alineada	SI	NO
Tubería de aireación	SI	NO
Diámetro interno		
Altura (Incluida reducción)		
Filas de reducción		

Escalones metálicos (Pasos)

Escalones metálicos	SI	NO
Separación - escalones		
Huella - escalones		
Escalón auxiliar	SI	NO
Anticorrosivo	SI	NO

Anillo de concreto (Corona)

Diámetro		
Altura		
Refuerzo (Cumple)	SI	NO
Observaciones:		

SUMIDERO 1

Tipo	LATERAL	TRANSV
Longitud		
Ancho		
Prof. mayor		
Prof. Menor		
Longitud de tubería		
Diámetro de tubería		
Placa de conducción	SI	NO
Refuerzo (Cumple)	SI	NO
Observaciones:		

SUMIDERO 2

Tipo	LATERAL	TRANSV
Longitud		
Ancho		
Prof. mayor		
Prof. Menor		
Longitud de tubería		
Diámetro de tubería		
Placa de conducción	SI	NO
Refuerzo (Cumple)	SI	NO
Observaciones:		

CABEZOTE DE ENTREGA

ALETAS	Espesor		
	Longitud		
	Altura promedio		
	Refuerzo (Cumple)	SI	NO
	Observaciones:		
MURO CABEZAL	Espesor		
	Longitud		
	Altura promedio		
	Refuerzo (Cumple)	SI	NO
	Observaciones:		
DENTELLÓN	Espesor		
	Longitud		
	Altura promedio		
	Refuerzo (Cumple)	SI	NO
	Observaciones:		
ENTREGA	Área		
	Descripción:		

ALIVIADERO

Longitud		
Ancho		
Espesor de paredes		
Prof. Mayor (hasta batea)		
Prof. Menor (hasta batea)		
Refuerzo (Cumple)	SI	NO
Observaciones:		
Estructura de inspección		
Diámetro		
Espesor de paredes		
Escalones metálicos	SI	NO
Separación - escalones		
Huella - escalones		
Escalón auxiliar	SI	NO
Anticorrosivo	SI	NO
Observaciones:		

CONTROL DE CALIDAD

Rellenos de tubería

Densidad máxima		
Densidad en campo		
Observaciones:		

Pruebas agua al sistema

Caudal de infiltración		
Caudal de estanqueidad		
Observaciones:		

Subrasante

Niveles (cumplen)	SI	NO
Toma de muestras para ensayos de suelo	SI	NO
Tipo de suelo		
Densidad máxima		
Densidad en campo		
Observaciones:		

Subbase y Base granular

Niveles (cumplen)	SI	NO
Toma de muestras para ensayos de suelo	SI	NO
Tipo de suelo		
Densidad máxima		
Densidad en campo		
Espesor de capa		
Observaciones:		

Estructuras

Testigos de concreto	SI	NO
Tipo de estructura		
Referencia		
Resistencia		
Esclerómetro	SI	NO
Resistencia		
Certificado del acero	SI	NO
Certificado de la mampostería	SI	NO

Capa asfáltica

Niveles (cumplen)	SI	NO
Toma de briquetas en campo	SI	NO
Ref. de briqueta		
Toma de núcleos de asfalto	SI	NO
Ref. de núcleo		
Espesor de capa		
Superficie (cumple)	SI	NO
Observaciones:		

NOTA: Todas las unidades en el presente formato Corresponden al Sistema Internacional de Unidades